

Ueber Doppelbrechung regulärer Krystalle.

Von

F. Klocke in Freiburg i. Br.

(Mit Tafel III.)

Die optischen Untersuchungen E. MALLARD's¹ haben eine Incongruenz der morphologischen und optischen Eigenschaften vieler Krystalle in einem über Erwarten grossen Umfange constatirt. Die von MALLARD zur Erklärung dieser Erscheinung aufgestellte Hypothese: jene Krystalle seien aus mehreren Individuen von niederer Symmetrie, als durch die Form des ganzen Krystalls ausgedrückt sei, zusammengesetzt, — würde eine so einschneidende Umgestaltung unserer bisherigen krystallographischen Betrachtungsweise bedingen, dass sie zu einer allseitigen vorsichtigen Prüfung auffordert. Ich habe aus diesem Grunde die Doppelbrechung zunächst einiger regulärer Krystalle von Neuem untersucht und gefunden, dass sich die Polarisationserscheinungen derselben durch die MALLARD'sche Hypothese nicht genügend erklären lassen. Zur Annahme derselben, wenigstens für das wichtige Capitel optischer Anomalie der Doppelbrechung regulärer Krystalle, scheint mir desshalb ein zwingender Grund nicht vorzuliegen.

Das weitere Resultat meiner nachstehend mitgetheilten Untersuchungen ist die Auffindung der bisher nicht gekannten Polarisationserscheinungen in oktaëdrischen Alaunplatten, die Auffindung eines Einflusses der sogenannten Verzerrung des Kry-

¹ Explication des phénomènes optiques anomaux que présentent un grand nombre de substances cristallisées. Annales des mines, t. X. 1876. Separat: Paris 1877, Dunod. Auszüglich: Zeitschr. f. Krystallogr. 1, 309.

stalls auf die Form der Interferenzfiguren, sowie eines Einflusses der Lage des Krystalls während seines Wachstums.

Keinen Einfluss dagegen zeigten die unregelmässige Verwachsung nicht paralleler Individuen und die Flüssigkeits-einschlüsse. Auch die Constatirung des Vorhandenseins von isotropen Theilen neben doppeltbrechenden innerhalb eines und desselben Krystalls war im Hinblick auf die bisherigen Erklärungsversuche dieser Erscheinungen von Wichtigkeit.

Durch die Gesammtheit der nachstehend mitgetheilten Beobachtungen, und besonders durch die Entdeckung einer Interferenzfigur in parallelem Licht bei hexaëdrischen Platten von salpetersaurem Blei ähnlich den Figuren in rasch gekühlten Gläsern haben die Ansichten von MARBACH und von REUSCH, dass die Ursache dieser Polarisationserscheinungen in inneren Spannungen des Krystalls zu suchen sei, eine weitere Stütze erhalten.

1. Beobachtungs-Methode.

Die Beobachtungen wurden, soweit dies anging, direct an ganzen Krystallen angestellt, im Übrigen an Platten von sehr verschiedener Dicke, die in krystallographisch orientirter Richtung aus den Krystallen geschliffen wurden. Als Nachweis der Doppelbrechung diente wie gewöhnlich die Einwirkung des Krystalls auf paralleles polarisirtes Licht. Die bereits bei gekreuzten Nicols meist hinreichend deutlich auftretenden Erscheinungen werden noch frappanter durch Einschaltung eines Gypsblättchens, welches dem Gesichtsfeld einen empfindlichen Farbenton ertheilt, der durch die isotropen Stellen des Krystalls nicht geändert, durch die doppeltbrechenden dagegen leicht in andere Farben übergeführt wird. Am entsprechendsten fand ich ein Gypsblättchen vom Roth der ersten Ordnung. Dieser Ton steigt, wenn der Gangunterschied der interferirenden Strahlen gewachsen ist, durch Violett in Blau, er fällt durch Orange in Hellgelb, wenn der Gangunterschied abgenommen hat. Das Gypsblättchen wird in der Lage benutzt, dass es auf das Maximum der Intensität seiner Färbung eingestellt ist; diese Lage wird bekanntlich erreicht, wenn man seine Elasticitätsaxen mit den Nicolhaupt schnitten einen Winkel von 45° machen lässt. Mit dem Gypsblättchen

entdeckt man oft noch Spuren von Doppelbrechung, die sich bei blosser Anwendung der Nicols nicht mehr verrathen.

Die Auslöschungslage der doppeltbrechenden Stellen bestimmt sich beim Drehen der Krystallplatten durch das Zurückgehen der vorher abweichend gefärbten Partien in das Roth des Gesichtsfeldes mit grosser Schärfe.

Das benützte Instrument war das Stauroskop des GROTH'schen Universalapparates, nur ohne die BREZINA'sche Doppelplatte. An ihre Stelle trat hier das Gypsblättchen, doch setzt man es, um das Gesichtsfeld nicht zu beschränken, nicht wie jene an das untere Ende des Ocular-Rohres, sondern besser dicht unter den analysirenden Nicol, indem man es auf einen kleinen vorstehenden, in dem Rohr anzubringenden Rand auflegt. Die Abhaltung allen seitlichen Lichtes von dem zu untersuchenden Krystall erwies sich als durchaus nöthig, um die farbenprächtigen Erscheinungen in ihrer vollen Intensität auftreten zu lassen.

Für Krystalle von weniger als 2—3 mm. Durchmesser musste ein mit Nicols versehenes Mikroskop angewendet werden; eine schwache, nur zwanzigmalige Vergrösserung war meist am geeignetsten. Das Gypsblättchen, zwischen zwei runden Deckgläschen von passender Grösse gefasst, auf denen die Richtung der kleineren Elasticität des Blättchens markirt ist, wird in diesem Falle auf das Ocular unter den Analyser in der oben angegebenen Orientirung gelegt. Diese Anordnung hat den Vortheil, dass das Gypsblättchen fest bleibt, während das Object auf dem Tisch beliebig gedreht werden kann.

Die Ersetzung des Gypsblättchens durch eine Quarzplatte, für deren Einschaltung die meisten mineralogischen Mikroskope jetzt eingerichtet sind, war nicht thunlich. Mit der Quarzplatte traten alle Erscheinungen viel weniger deutlich, und die an sich schwächeren, doch mit Gyps noch deutlichst wahrnehmbaren, gar nicht ein.

Die Nicols waren stets gekreuzt; in dem hellen Gesichtsfelde bei parallelen Nicols nimmt man nichts von den nachstehend geschilderten Erscheinungen wahr, und auch durch Gypsblättchen sind sie in diesem Falle nur schwach hervorgerufen.

Bei der Untersuchung in convergirendem Lichte mit dem NÖRREMBERG'schen Polarisationsapparat zeigte keine der untersuchten Platten eine Interferenzfigur.

2. Polarisationserscheinungen an oktaëdrischen Platten von Ammoniak-Thonerde-Alaun.

Von BREWSTER² rühren die ersten Notizen her, dass am Alaun überhaupt Doppelbrechung vorkommen könne. Ein eingehendes Studium widmete BIOT dieser Erscheinung und legte seine Resultate und Ideen in der bekannten grossen Arbeit über die Lamellar-Polarisation nieder.³ Bestätigt wurden seine Beobachtungen durch VON REUSCH⁴, welcher dieselben übrigens durchaus anders deutete, und neuerdings von E. MALLARD.⁵ Nach den Angaben dieser Beobachter hellt eine parallel einer Würfelfläche geschliffene Platte von Ammoniak-Alaun das durch die gekreuzten Nicols verdunkelte Gesichtsfeld gleichmässig auf, und zeigt nur ein schwarzes, in die Hauptsymmetrie-Ebenen des Oktaëders fallendes Kreuz. Auch eine dodekaëdrische Platte zeigt diese Doppelbrechung und ein Zerfallen in vier Sektoren durch die dunkelbleibenden Diagonalen; dagegen soll eine Platte parallel einer Oktaëderfläche bei senkrechter Incidenz keine Doppelbrechung besitzen.⁶ Diese letztere Angabe kann ich nicht bestätigen. Ich habe eine sehr grosse Anzahl von Ammoniak-Alaun-Krystallen, von mikroskopischer Grösse an bis zu den riesigen Krystallstücken des Handels, untersucht und gefunden, dass jeder Krystall, der überhaupt aktiv war, auch senkrecht zu den Oktaëderflächen betrachtet ebenso starke und ebenso gesetzmässige Doppelbrechung zeigte, als in den andern Richtungen.

Die Erscheinungen in Platten parallel den Oktaëderflächen sind nicht immer von gleicher Regelmässigkeit, ebenso wenig wie dies bei den Platten parallel den Hexaëderflächen der Fall ist. In ihrer grössten Regelmässigkeit sind die Polarisationserscheinungen im Wesentlichen dieselben, wie sie MARBACH⁷ an

² Edinb. philos. trans. 1816.

³ Mémoires de l'Académie des sciences, t. XVIII, p. 539–725 (1841).

⁴ Pogg. 132, S. 618 (1867).

⁵ a. a. O. S. 62–63 der Separat-Ausgabe.

⁶ BIOT (a. a. O. S. 584) erwähnt von einer oktaëdrischen, aus einem grossen Fabrik-Krystall hergestellten Platte einmal Spuren von Wirkung auf den Ton des Gypsblättchens in der Nähe ihrer Ränder.

⁷ Pogg. 94, S. 415–416.

oktaëdrischen Platten des ebenfalls in regulären Oktaëdern krystallisirenden bromsauren Nickels beschrieben hat. Diejenigen Alaunkrystalle, welche in oktaëdrischen Platten die regelmässigen Polarisationserscheinungen darboten, waren durch langsame freiwillige Verdunstung auf dem Boden einer Schale entstanden, und hatten etwas über 1 ctm. im Durchmesser. Sie hatten sämmtlich mit einer Oktaëderfläche aufgelegt und erschienen vermöge des bekannten rascheren Wachsthum nach den Seiten senkrecht zur Auflagerungsfläche bedeutend verkürzt, höchstens 5 mm. dick. (Taf. III Fig. 1.) Der durch die Hebung des Krystalls während des Wachsens auf der Unterseite entstandene vertiefte Trichter wurde an den Krystallen zur Erhöhung der Durchsichtigkeit weggeschliffen und dadurch 6seitige Platten von ca. 3 mm. Dicke erhalten, welche in gewöhnlichem Lichte, abgesehen von den nie fehlenden Mutterlauge-Einschlüssen, durchaus homogen erschienen. Zwischen gekreuzten Nicols hellt jede solche Platte das Gesichtsfeld mit einer hellblaugrauen Färbung auf, wenn nicht etwa ein Theil der Platte sich gerade in einem unwirksamen Azimuth befindet. Durch Hin- und Herdrehen findet man leicht die Stellung, in der dies vermieden ist. Die Platte bietet dann den Taf. III Fig. 2 dargestellten Anblick. Zwei Systeme schwarzer Banden durchziehen dieselbe, ein radiales den Mittelpunkt mit den Ecken verbindendes, und ein dem Umriss der Platte parallel laufendes. Die letzteren Streifen sind absolut an ihren Ort in der Platte gebunden und behalten bei einer ganzen Horizontaldrehung der letzteren ihre relative Stellung bei, ohne sich im Mindesten aufzuhellen. Sie sind gewöhnlich nach innen zu nicht scharf abgeschnitten; sondern verlaufen allmählig ins Helle. Bei Beobachtung mit der Lupe finden sich meistens innerhalb dieser dunkeln Streifen Reihen von Flüssigkeitseinschlüssen, besonders von in der Streifenrichtung gestreckten Canälen, doch zeigt das Mikroskop, dass ihre Grenzen nicht genau mit den inaktiven Streifen zusammenfallen. Auch in anders orientirten Platten fand ich diese schwarzen den Rändern parallel gehenden Streifen zuweilen wieder.

Die Anzahl der radialen Streifen ist stets an die Anzahl der Ecken der Platte gebunden; im vorliegenden Falle finden wir also deren sechs. Sie sind nicht in allen Fällen streng

geradlinig, sondern zuweilen ein wenig geknickt, oder gewellt, übrigens so, dass die Richtung von der Mitte nach den Ecken im Wesentlichen nicht verlassen wird. Dreht man die Platte in ihrer Ebene, so bemerkt man, dass diese radialen schwarzen Streifen ihre relative Lage nicht absolut beibehalten, sondern sehr kleine Schwankungen nach rechts oder links in einem der Plattendrehung entgegengesetzten Sinne machen.

Die ganze Platte wird durch diese radialen schwarzen Streifen in 6 Sektoren zerlegt, deren Grösse sich nach der Länge der Kanten richtet, welchen sie anliegen, und die Länge dieser Kanten wechselt ihrerseits wieder mit der gerade zur Ausbildung gelangten Verzerrung und der Stelle des Krystalls, welcher die Platte entnommen ist.

Die Lage der optischen Elasticitätsachsen wechselt in den Platten von einem Sector zum andern. Man findet sie bei bekannter Lage der Nicolhauptschnitte durch das Auslöschen der Sektoren beim Drehen der Platte. Letzteres tritt ein, wenn die Kante der Platte, welcher der betreffende Sector anliegt, mit einem der Nicolhauptschnitte parallel geht. Danach sind die Elasticitätsachsen in jedem Sector parallel und senkrecht zu der anliegenden Kante.

Daraus, dass jeder Sector in seiner ganzen Ausdehnung gleichzeitig auslöscht und sich wieder aufhellt, folgt, dass die Lage der optischen Elasticitätsachsen innerhalb eines Sectors nicht wechselt.

Wegen dieser Lage der Elasticitätsachsen können die oktaëdrischen Alaunplatten auch keine gemeinsame Dunkelstellung aller Sektoren haben (wie sie z. B. die hexaëdrischen Platten deshalb besitzen müssen); es löschen immer nur zwei gegenüberliegende Sektoren gleichzeitig aus (Fig. 3). Geht man von einer solchen Lage der Platte aus und dreht um 30° , so werden die beiden benachbarten Sektoren dunkel, während die ersten beiden sich aufhellen u. s. f. Dreht man dagegen aus der ersten Stellung nur um 15° , so sind alle 6 Sektoren hell und die radialen Streifen am deutlichsten (Fig. 2).

Schaltet man das Gypsblättchen vom Roth der ersten Ordnung ein, so nehmen die beiden Sektoren, durch welche die Mittel-

linie^s des Gypsblättchens der Länge nach hindurchgeht, ein Gelb der 1. Ordnung, die andern Sektoren ein Blau oder Violett der 2. Ordnung an. Die beiden oben erwähnten Streifensysteme behalten das Roth des Gesichtsfeldes bei; die Farben der Sektoren gehen an der Grenze der Streifen allmählig in das Roth derselben über*. Die intensivste Färbung erhält jeder Sector, wenn die Elasticitätsaxen des Gypsblättchens senkrecht, resp. parallel zu seiner Randkante sind. Das leuchtendste Gelb entsteht, wenn MM senkrecht zu dieser Kante steht, das intensivste Blau, wenn MM ihr parallel geht.

Dreht man die Platte in ihrer Ebene, so wechseln die Farben der Sektoren miteinander ab. Von der Stellung der Figur 4 ausgehend, welche die Platte in der Auslöschungslage zweier Sektoren darstellt, werden z. B. bei einer Drehung nach rechts die rothen Sektoren gelb, die blauen roth, die gelben blau u. s. f. Jeder Sector, in die Lage des vorhergehenden gebracht, erhält genau dessen Färbung. Sämmtliche 6 Sektoren verhalten sich also, sowohl was ihre Auslöschungslage als die Färbung, die sie dem Gypsblättchen ertheilen, anbetrifft, untereinander gleich.

Denkt man sich die Substanz der Platte innerhalb jedes Sectors in Streifen parallel den respectiven Randkanten zerlegt, so verhalten sich die Streifen wie gespannt in ihrer Längsrichtung, wie VON REUSCH durch Druckversuche bei den ähnlichen Erscheinungen in hexaëdrischen Platten zeigte. Ich habe dies für meine oktaëdrischen Platten durch folgenden Versuch zu verificiren gesucht. Comprimirt man eine sechsseitige oktaëdrische isotrope Alaunplatte senkrecht zu zwei ihrer Randkanten, und bringt sie so in den Apparat, dass die Druckrichtung der Mittellinie des Gypsblättchens parallel geht, so erscheint in der durch die Compression doppeltbrechend gewordenen Partie die Alaunplatte gelb, bei senkrechter Stellung der Druckrichtung gegen

^s Richtung der kleineren Elasticität, in der Fig. 5 mit MM bezeichnet. Dieses Schema giebt die Lage der Nicolhauptschnitte NN und N'N', sowie die Lage des Gypsblättchens für alle Figuren der Tafel an.

* Besonders bei Anwendung einiger Vergrößerung wird der Unterschied dieses verschwommenen Überganges gegen eine scharfe Zwillingsgrenze sehr deutlich. Auf der Tafel konnte bei der Kleinheit der Figuren diese Beschaffenheit der schmalen Grenzzone nicht gut wiedergegeben werden.

die Mittellinie des Gypses aber blau, bei nicht zu starkem Druck beide Farben in denselben Nüancen, die die von selbst doppeltbrechenden Alaune darbieten.

Auch der Sinn der Doppelbrechung lässt sich hieraus erkennen, wenn man das Verhalten der comprimirten isotropen Alaunplatte mit demjenigen einer comprimirten Glasplatte vergleicht. Eine homogene Glasplatte von etwa gleicher Dicke als eine Alaunplatte ertheilt beim Comprimiren dem Gypsblättchen dieselben Farbenveränderungen wie die comprimirte Alaunplatte, wenn der Druckrichtung die analoge Stellung gegeben wird, und zwar bewirken beide Substanzen nicht nur bei dem Roth der ersten Ordnung gleiche Veränderung, sondern auch bei jeder andern Farbe des Gesichtsfeldes, die demselben durch Gypsblättchen von verschiedener Dicke ertheilt wird. Der comprimirte Alaun verhält sich also wie comprimirtes Glas⁹. Da nun gedrücktes Glas bekanntlich optisch negativ wird, so dürfen wir auch den comprimirten Alaun und somit die von selbst doppeltbrechenden Alaunplatten als optisch negativ ansprechen.

Dass die Richtung der Spannung parallel den Randkanten der Platten lag, war übrigens nicht ausnahmslos der Fall; ich fand zuweilen auch Krystalle, in welchen die Spannungsrichtung in jedem Sector einer Platte senkrecht zu der anliegenden Randkante war. Ich will hier gleich bemerken, dass Platten parallel einer Hexaëder- oder einer Dodekaëderfläche in ähnlicher Weise in doppeltbrechende Sektoren getheilt erscheinen, wie das hier für die oktaëdrischen Platten beschrieben ist. Die Farben, welche die Sektoren in diesen andern Platten dem Gypsblättchen ertheilen, sind dieselben wie bei den oktaëdrischen Platten, d. h. jeder Sector wird gelb, wenn die Mittellinie des Gypses auf der Randkante des Sectors senkrecht steht, blau, wenn dies mit der andern Elasticitätsaxe des Gypsblättchens der Fall ist. Einige Krystalle zeigten gerade das umgekehrte Verhalten; bei ihnen ging MM nicht durch die gelben Sektoren, sondern durch die blauen¹⁰. Nach dem oben mitgetheilten Verhalten einer comprimirten Alaunplatte

⁹ Nach M. WERTHEIM (Compt. rend. 1851. II. p. 576) fallen aber bei comprimirtem Alaun die optischen mit den mechanischen Axen nicht vollständig zusammen, wie das bei comprimirtem Glase der Fall ist.

¹⁰ Eine hexaëdrische Platte aus einem solchen Krystall zeigt Fig. 9.

gegen das Gypsblättchen ist in diesem Falle anzunehmen, dass anstatt einer Dehnung der Sektoren parallel den Randkanten hier im Gegentheil eine Zusammendrückung in dieser Richtung stattgefunden hat, also eine Spannung innerhalb jedes Sectors senkrecht zu seiner anliegenden Randkante.

Um beurtheilen zu können, ob es sich hier nur um ein zufälliges Wechseln der Spannungsrichtung handle, unterzog ich mich der Mühe, aus einer sehr grossen Anzahl von Krystallen verschiedener Provenienz Platten zu schleifen, und fand:

- 1) dass sich alle Platten eines und desselben Krystalls, unabhängig von der krystallographischen Orientirung, bezüglich der Spannungsrichtung untereinander gleich verhalten;
- 2) dass sämmtliche Krystalle einer und derselben Krystallisation (d. h. gleichzeitig aus einer Lösung in demselben Gefäss entstanden) sich untereinander gleich verhalten;
- 3) dass bei verschiedenen, übrigens unter merklich gleichen Umständen entstandenen Krystallisationen bald die eine, bald die andere der beiden angegebenen Spannungsrichtungen vorkommt (am häufigsten die zuerst angegebene Richtung).

Da die Krystallform für beide Fälle dieselbe ist, nämlich das Oktaëder, so dürfte die Constatirung dieser letzteren Thatsache die Erklärungsversuche der in Rede stehenden Polarisationserscheinungen noch mehr erschweren.

Die Dicke der Platten bedingt nur einen sehr geringen Unterschied in den Polarisationserscheinungen, was wohl auf die an sich überaus geringe Intensität dieser Doppelbrechung zu schieben ist. Ein Apparat zur Messung des Gangunterschiedes, welchen Platten von verschiedener Dicke bewirkten, stand mir nicht zu Gebote, doch fand ich, dass sehr dünne Platten wesentlich lichtschwächer zwischen den gekreuzten Nicols waren, als dickere, und dass durch Dünnerschleifen der Platte der von ihr dem Gypsblättchen ertheilte Ton sich etwas änderte. Die von BIOT¹¹ behauptete gänzliche Unabhängigkeit der mit dem Gypsblättchen entstehenden Färbung von der Dicke der Alaunplatte, scheint sich danach nicht streng zu bestätigen.

Dass in verschiedenen Alaunkrystallen die Stärke der Dop-

¹¹ a. a. O. S. 548.

pelbrechung einen verschiedenen Grad besitzen könne, führt der genannte Autor an und theilt mit ¹², dass sie in manchen grossen, durch die Fabriken gelieferten Krystallen so bedeutend sei, dass hexaëdrische Platten aus denselben zwischen den Nicols auch ohne Gyps lebhaftere Farben gäben. Ich habe dies noch nicht beobachtet, dagegen öfters bemerkt, dass die Stärke der Doppelbrechung in oktaëdrischen Platten aus grossen Krystallen in der Nähe der Ränder stärker ist, als gegen die Mitte. Schleift man solche Platten dünner und dünner, so werden die Polarisationserscheinungen in der Mitte allmählich äusserst schwach oder verschwinden ganz, während sie an den Rändern noch deutlich nachweisbar bleiben.

Weitaus häufiger als in der bisher geschilderten hohen Regelmässigkeit treten die Polarisationserscheinungen in den oktaëdrischen Platten unregelmässig auf. Anstatt der Aufhellung der ganzen Platte zwischen gekreuzten Nicols und ihrem Zerfallen in Sectoren durch radiale Streifen zeigen sich dann nur unregelmässige, verschwommen begrenzte hellgraublaue, mit dunklen isotropen Stellen untermischte Partien, welche mit dem Gypsblättchen theils blau theils gelb werden und bei der Drehung der Platte ihre Farben vertauschen. Statt der regelmässigen schwarzen Streifensysteme finden sich, besonders bei recht grossen Platten, unregelmässig verlaufende gekrümmte schwarze Banden und Kreuze, die bei der Drehung der Platte in ihrer Ebene sich verändern und wandern, gerade so wie in gespannt eingetrockneten Gelatineplatten.

Andere Krystalle zeigten statt einiger weniger aber grösserer doppeltbrechender Partien viele kleine ganz unregelmässig zerstreute doppeltbrechende Stellen, die ebenfalls mit dem Gypsblättchen theils gelb theils blau wurden, so dass solche Platten ein der Aggregat-Polarisation ähnliches Bild gaben. Von solchen Krystallen, die mit doppeltbrechenden Stellen ganz übersät erscheinen, bis zu denen, wo sie ganz fehlen, sind alle Übergänge vorhanden, in denen die aktiven Stellen immer spärlicher auftreten.

Diejenigen Krystalle, welche senkrecht zu den Oktaëderflächen betrachtet, gar nicht mehr auf das Gypsblatt wirkten, thaten dies auch in keiner andern Richtung, wodurch ihre

¹² S. 550.

optische Isotropie bewiesen war. Auf die Constatirung der Thatsache, dass neben doppeltbrechenden Krystallen der Alaune auch durchaus einfach brechende vorkommen, lege ich aber entschiedenes Gewicht. Es beweist dies erstens, dass der Alaun in normalem Zustande wirklich isotrop ist, wie das seine reguläre Krystallform fordert. Zweitens aber bildet diese Thatsache einen gewichtigen Einwand gegen MALLARD's Erklärungsversuch der Doppelbrechung des Alauns, welcher den Alaun für hexagonal anspricht. Isotrope Krystalle desselben wären dann unmöglich.

Die isotropen Krystalle waren alle nur klein, höchstens 5 mm. im Durchmesser haltend. Doch ist durch dieses Maass keine bestimmte Grenze für aktive und inaktive Krystalle gegeben, da manche viel kleinere Krystalle, bis zu 0,5 mm. herab, oft deutlich doppeltbrechend waren. Vergrössert sich ein kleiner inaktiver Krystall durch Weiterwachsen in seiner Lösung, so können die später sich anlagernden Schichten Doppelbrechung zeigen, ohne den Zustand des isotropen Kerns zu verändern, welcher durch eine geeignet aus dem Krystall geschnittene Platte wieder aufgefunden werden kann (Fig. 6, 7).

Die isotropen und die doppeltbrechenden Alaunkrystalle zeigen keine morphologischen Verschiedenheiten; ebenso können in Krystallen, die sich durch ungestörte Form und Flächenzeichnung als Individuen kundgeben, sowohl regelmässig vertheilte als auch ganz regellose Polarisationserscheinungen vorkommen, — ein Beweis mehr, dass die letzteren der Substanz nicht wesentlich zugehören, sondern als secundäre Erscheinungen aufzufassen sind, die bei verschiedenen Substanzen in gleicher Weise zu Stande kommen können.

Oktaëdrische Platten aus sogenanntem hemiëdrischen Alaun, d. h. aus Krystallen, die einige Flächen von der Lage $\infty O2$ (120) besaßen, zeigten ganz dieselben Doppelbrechungserscheinungen, wie sie hier am gewöhnlichen Alaun beschrieben sind, mit mehr oder weniger Regelmässigkeit. Dass das Vorkommen von hemiëdrischem Alaun überhaupt noch fraglich ist, und dass die dafür angesprochenen Krystalle keine Circularpolarisation besitzen, habe ich andern Orts schon mitgetheilt.

3. Polarisations-Erscheinungen des Ammoniak-Thonerde-Alauns in hexaëdrischen und dodekaëdrischen Platten.

Das Zerfallen der parallel den Hexaëderflächen geschliffenen Platten in 4 Sektoren ist schon seit BIOT'S Arbeit bekannt. Dieselben werden durch ein schwarzes Kreuz, die Diagonalen der quadratischen, zwischen den gekreuzten Nicols hellgraublau erscheinenden Platte hervorgerufen, welches bei einer ganzen Drehung der Platte unverändert seine Lage in derselben beibehält und sich in keiner Stellung aufhellt (Fig. 6). Diese Lage entspricht der Projection zweier Hauptsymmetrie-Ebenen des Oktaëders.

Die Sektoren haben dieselbe Lage der optischen Elasticitätsachsen, wie ich es bei den Sektoren der oktaëdrischen Platten beschrieben habe, nämlich senkrecht resp. parallel ihren Randkanten. Die quadratische Form der Platte bedingt daher eine gemeinschaftliche Dunkelstellung für alle 4 Sektoren der Platte, und zwar immer dann, wenn eine auf der Platten-Ebene senkrechte Dodekaëderfläche in die Hauptschwingungsrichtungen der Nicols fällt.¹³ Das Maximum der Aufhellung findet statt, wenn eine solche Fläche einen Winkel von 45° mit jenen Richtungen macht.

Befindet sich die Platte in der Intensitätsstellung und schaltet man nun das Gypsblättchen vom Roth der ersten Ordnung ein, so färben sich die beiden Dreiecke, die durch MM halbirt werden, orange oder gelb, die andern beiden violett oder blau; das diagonale Kreuz behält das Roth des Gesichtsfeldes (Fig. 7). Nach einer Drehung der Platte oder des Gypsblättchens um 90° haben die Quadranten ihre Farben vertauscht. Die Sektoren verhalten sich also wieder untereinander gleich, wie ich dies oben auch für die Sektoren der oktaëdrischen Platten angegeben habe.

Bei der Dunkelstellung der Platte lassen sich mit dem Gypsblättchen meist noch einige kleine violette Flecken auffinden, ein Beweis für kleine locale Unregelmässigkeiten in derselben.

Ausser dem schwarzen Kreuz fand ich in den hexaëdrischen Platten auch oft ein schwarzes Streifensystem parallel den Rändern der Platte, welches bei einer ganzen Plattendrehung

¹³ Um mich kürzer auszudrücken, werde ich künftig hierfür einfach sagen: Auslöschung $\parallel\infty O$, (101) oder in anderen Fällen $\parallel\infty O\infty$ (001) u. s. f.

dunkel blieb. Doch waren diese Streifen meist nicht so deutlich und rings herum zu verfolgen, wie die entsprechenden Streifen in den oktaëdrischen Platten.

Ist der Umriss der Platte nicht quadratisch, sondern, wie das gewöhnlich der Fall ist, in Folge der Verzerrung des Oktaëders, welchem sie entstammt, ein Rechteck, so ändert sich die Figur. Die schwarzen Linien behalten zwar ihre Richtung parallel $\infty O \infty$ (001) noch bei, bilden aber kein Kreuz mehr, wodurch nun auch die Platte in anders begrenzte Felder getheilt wird, die aber dieselben Beziehungen ihrer Elasticitätsaxen zu den Randkanten erkennen lassen, als die Felder der genau quadratischen Platten. Drei Beispiele der vorkommenden Figuren, denen im Wesentlichen alle von mir beobachteten Fälle gleichen, zeigen Fig. 8—10. Ich werde später auf diese von der Verzerrung des Krystalls beeinflussten Formen noch zurückkommen.

Einige Platten aus grossen, im Handel vorkommenden Krystallspitzen gefertigt, zeigten keine Sektoren, sondern, soweit sie nicht getrübt waren, mit dem Gypsblättchen regellose blaue und gelbe Flecke, neben inaktiven rothen Partien. Trotz der regellosen Begrenzung und Vertheilung der doppeltbrechenden Stellen hatten sie doch eine gemeinsame Dunkelstellung, aber nicht $\parallel \infty O$ (101) wie die zuerst beschriebenen Platten, sondern $\parallel \infty O \infty$ (001). Zuweilen traten neben den doppeltbrechenden Flecken auch solche scharf begrenzte Streifen auf, welche parallel den Diagonalen der Platte verliefen.

Eine besondere Erscheinung bot sich bei einigen dieser Platten dar, welche parallel der hexaëdrischen Endfläche der bekannten käuflichen grossen, seitlich gestreiften Stengel mit schön krystallisirter Spitze hergestellt waren. Die 10—20 mm. dicken Platten liessen schon im gewöhnlichen Lichte ein diagonales Kreuz erkennen, welches ganz durchsichtig gegen die im Übrigen trübe Substanz abstach. Es erschien daher bei durchfallendem Licht hell auf dunklerem Grunde, umgekehrt dunkel auf hellerem Grunde bei auffallendem Licht. Ich glaubte zuerst, die Trübung auf massenhafte Anhäufung von Flüssigkeitseinschlüssen zurückführen zu dürfen, doch zeigte die mikroskopische Untersuchung einer zu diesem Zweck dünn geschliffenen Platte, dass dies nicht der Grund sei; das mikroskopische Bild war an den Stellen der

Platte, durch welche das Kreuz ging, merklich dasselbe, wie in den andern Theilen derselben, nur lichtstärker.

Das durchsichtige Kreuz scheint vielmehr durch eine Wachsthumseigenthümlichkeit der vorliegenden Krystallstengel bedingt zu werden. Als ich sie der Länge nach durchsägte, fand ich dieselben durchsetzt von zwei sich ungefähr rechtwinklig schneidenden, vollkommen wasserhellen und homogenen, einige Millimeter dicken Schichten, welche im Grossen und Ganzen den beiden vertikalen Hauptsymmetrie-Ebenen der oktaëdrischen Spitze parallel gingen. Die übrige Substanz war trüb, und zeigte bei einigen der Stengel eine Blätterstructur parallel den Oktaëderflächen der auskrystallisirten Spitze, ohne absolute gegenseitige Berührung der Lamellen. Im Verlaufe des Wachstums scheinen sich die Zwischenräume zwischen den Lamellen auszufüllen, wahrscheinlich aber nicht gleichmässig, sondern mit verschiedenen Wachsthumsunregelmässigkeiten, was das Übrigbleiben vieler sehr kleiner Hohlräume mit sich bringen, und die mit jener Blätterstructur anfänglich behaftet gewesenen Theile des Krystalls weniger pellucid erscheinen lassen kann.

Zwischen gekreuzten Nicols waren diese Platten in allen Lagen dunkel, dagegen jenes schon im gewöhnlichen Licht hervortretende Kreuz hellgraublau, also doppeltbrechend. Es löschte vollständig aus, wenn seine Arme in die Polarisations Ebenen des Instrumentes fielen, also wenn eine Hexaëderfläche mit diesen Ebenen coincidirte. Dieses helle Kreuz entspricht dem dunkeln in den gewöhnlichen, $\parallel \infty O$ (104) auslöschenden Platten. Wir sehen also auch hier wieder, dass ein Wechsel der Polarisationserscheinungen trotz gleicher Krystallform bei derselben Substanz vorkommt.

Mit dem Gypsblättchen combinirt, wird derjenige Kreuzesarm, welcher $\parallel MM$ geht, blau, der $\perp MM$ stehende gelb (Fig. 11). Danach sind die Kreuzesarme in ihrer Längsrichtung gespannt.

Die bei Anwendung blosser Nicols durchaus dunkeln Sektoren lassen mit dem Gypsblättchen hier und da Licht durch, welches zum Theil auch blau und gelb ist. Also besitzen diese Platten auch ausserhalb des Kreuzes noch doppeltbrechende Stellen; sie löschen gemeinschaftlich mit dem Kreuz aus.

Eine parallel einer Dodekaëderfläche geschliffene

Platte erhält rhombischen Umriss. Zwischen gekreuzten Nicols wird sie nach MALLARD¹⁴ durch ein diagonales schwarzes Kreuz in 4 gleiche helle Felder getheilt. Ich fand die Arme desselben gebogen und geknickt; bei einer Drehung der Platte wanderten sie etwas hin und her, und zwar, wie oben bei den oktaëdrischen Platten angegeben, in einem der Drehung entgegengesetzten Sinne. Ausser diesen schwarzen, vom Mittelpunkt ausstrahlenden Streifen sind auch solche vorhanden, welche parallel dem Umriss der Platte verliefen und ihren Ort bei Drehung der Platte beibehielten.

Je zwei gegenüberliegende Sectoren löschen gleichzeitig aus, und zwar wenn die ihnen anliegenden Seiten des Rhombus in die Schwingungsrichtungen der Nicols fallen, wie auch MALLARD angiebt. Mit dem Gypsblättchen werden zwei Felder gelb, die andern zwei blau (Fig. 12) und verhalten sich ganz wie die früher beschriebenen Sectoren.

4. Einfluss der Verzerrung und der Lage des Krystalls während seines Wachsthum.

Die trigonale Verkürzung derjenigen Alaunkrystalle, welche in oktaëdrischen Platten die oben beschriebenen regelmässigsten Polarisationserscheinungen zeigten, war theils eine solche, dass der Umriss der Platten nahezu ein regelmässiges Sechseck war, und dann sind die 6 Sectoren, in welche die Platte zerfällt, nahezu gleich gross (Fig. 4) oder die Verzerrung war eine solche, dass die resultirenden Platten längere und kürzere Seiten hatten, und dann ändert sich mit ihnen die Grösse der Sectoren (Fig. 13). Eine Platte von der Oberfläche eines unverzerrten Oktaëders ist dreiseitig und giebt nur 3 Sectoren (Fig. 14)¹⁵.

Wir sehen hieraus, dass die Anordnung der doppeltbrechenden Partien und die Orientirung der Elasticitätsaxen von der Form der Platte, d. h. von der jeweiligen sogenannten Verzerrung abhängt, wie ich es oben auch bereits von den hexaëdrischen Platten erwähnt und in den Fig. 8 — 10 dargestellt habe.

¹⁴ a. a. O. S. 63 der Separat-Ausgabe.

¹⁵ Die Mitte der ziemlich dünnen Platte war nicht doppeltbrechend; sie ist in der Figur schraffirt, um sie von dem unteren doppeltbrechenden, aber in der Auslöschungslage befindlichen Sector zu unterscheiden. Dasselbe gilt auch für die schraffirten Felder der Fig. 15 und 16.

Diese Beobachtung zeigt in evidentere Weise, dass die hier vorliegenden Polarisationserscheinungen ihren Ursprung nicht der Substanz verdanken, denn dann würden sie von der Verzerrung unabhängig sein, sondern dass sie von der jeweiligen Form des Krystalls beeinflusst sind, gerade so wie die Form auch eines amorphen in Spannung befindlichen Körpers auf das Interferenzbild desselben entscheidenden Einfluss ausübt.

Dieser Einfluss der Verzerrung macht nun die Vorstellung von dem Aufbau der bisher als regulär betrachteten Krystalle aus Stücken, die ihrer Molecularstruktur nach in Systeme von geringerer Symmetrie gehörten, unzulässig. Während des Wachstums ändert sich gewöhnlich die Verzerrung des Krystalls, und damit auch die Vertheilung der doppeltbrechenden Stellen. Beim Alaun genügen oft wenige Stunden, um eine dreiseitige Oktaederfläche in eine sechsseitige übergehen zu lassen, was einem Übergang der Fig. 14 in die Fig. 13 bei den Interferenzbildern der betreffenden Platten entspricht. Nach MALLARD's Vorstellung würde in ersterem Falle anzunehmen sein, dass der betreffende Oktant des Oktaeders aus drei, im zweiten Falle, dass er aus sechs Individuen bestehe. Durch das einfache Weiterwachsen des Krystalls kann aber selbstverständlich ein solcher Wechsel nicht bewirkt werden.

Die Untersuchung der Polarisationserscheinungen in Platten parallel den schmalen Randflächen der trigonal verkürzten Oktaeder liess mich einen Zusammenhang der Lage des wachsenden Krystalls mit der Vertheilung der doppeltbrechenden Stellen auffinden. Wenn ein Oktaeder auf einer seiner Flächen liegend gewachsen ist, und sich in Folge davon parallel dieser Fläche vorherrschend ausgedehnt hat, so sind die sechs (dem Oktaeder angehörigen) Randflächen des tafelartigen Krystalls Paralleltrepeze (Fig. 1). Zwei benachbarte liegen immer umgekehrt gegeneinander, wie die Fig. 15 und 16. Das kürzere Seitenpaar wird immer von wirklichen Oktaederkanten gebildet, von den längeren Seiten ist aber immer nur eine, und zwar die längste eine Oktaederkante, die andere ist dagegen eine zur Kante verzerrte Oktaederecke. In drei abwechselnd liegenden Randflächen liegt oben eine wahre Oktaederkante (Fig. 15, kk), in den drei dazwischen liegenden Flächen dagegen die verzerrte

Ecke (Fig. 16, ee). Platten parallel diesen Flächen von der Oberfläche des Krystalls entnommen, zeigten, je nach ihrer Lage im Krystall, entweder die Fig. 15 oder die Fig. 16 dargestellte Interferenzfigur.

Es fällt dabei zunächst auf, dass hier nicht, wie in allen früheren Fällen, die Platte in so viele doppeltbrechende Sektoren zerfällt, als sie Seiten hat. Es sind nur drei doppeltbrechende Sektoren vorhanden, welche sich optisch ganz so wie die früher geschilderten verhalten; an die vierte Seite dagegen grenzt ein isotropes Feld. Seine Lage ist nun nicht etwa an die einzelne Verzerrungskante der Platte gebunden, während die drei doppeltbrechenden Sektoren an den drei wirklichen Oktaëderkanten lägen, sondern die isotrope Partie liegt immer zu unterst, also immer in einer Fläche an einer Oktaëderkante, und in der Nachbarfläche an einer verzerrten Ecke, mit andern Worten: stets an derjenigen Seite der Platte, welche in dem wachsenden Krystall auf dem Boden des Gefässes aufgelegt hatte.

Dieselbe Erscheinung wiederholte sich bei den hexaëdrischen Platten. Treten an den trigonal verkürzten Oktaëdern Hexaëderflächen auf, so liegen drei davon oben, drei unten; bei den letzteren stösst je eine Seite an den Gefässboden. Schneidet man parallel einer solchen unteren Würfelfläche eine Platte vom Krystall ab, so zeigt sich auch hier ein isotropes Feld der Auflagerungskante anliegend (Fig. 10, die Seite *u u* war Auflagerungskante); schneidet man aber die Platte parallel einer der oberen Hexaëderflächen, die beim Wachsen allseitig frei in die Lösung hineinragten, so findet sich an jeder Seite ein doppeltbrechendes Feld. (Fig. 8, 9.) Da diese Verhältnisse in mehreren darauffin untersuchten Krystallen sich gleich blieben, so scheint es sich hier nicht um eine Zufälligkeit zu handeln.

Auf die Polarisationserscheinungen derjenigen Theile des Krystalls, welche mit der Unterlage nicht in Berührung standen, übte dagegen seine Lage während seiner Bildung keinen Einfluss aus.

5. Erscheinungen, welche auf die Doppelbrechung keinen Einfluss ausüben.

Einschlüsse. Die gleichmässige Färbung, welche die Sektoren durch das Gypsblättchen erhalten, macht es von vornherein

unwahrscheinlich, dass die im Alaun reichlich vorkommenden Einschlüsse von Mutterlauge einen Einfluss auf die regelmässigen Polarisationserscheinungen ausüben. Bei denjenigen Platten, die aber nur mit unregelmässig vertheilten kleinen polarisirenden Stellen gefleckt erscheinen, hätte man eher an eine Wirkung der Einschlüsse auf ihre Umgebung denken können. Die mikroskopische Untersuchung entschied mit aller Sicherheit, dass die Einschlüsse von Mutterlauge keine Doppelbrechung in ihrer Umgebung hervorrufen. Folgendes sind die Thatsachen, aus denen das hervorgeht:

Die Einschlüsse finden sich sowohl in isotropen Theilen eines Krystalis, als auch in doppeltbrechenden.

In der Umgebung der Einschlüsse findet sich keine Farbenveränderung des eingeschalteten Gypsblättchens.

Einschlüsse von grösserer Ausdehnung liegen zuweilen zur Hälfte in einer isotropen, zur andern Hälfte in einer doppeltbrechenden Partie.

Die Einschlüsse finden sich in derselben Gestalt, Menge und Vertheilung sowohl in isotropen Individuen, als in solchen mit regelmässigen Polarisationserscheinungen, als in solchen mit unregelmässig verstreuten doppeltbrechenden Partien.

Platten mit ganz regelmässiger Interferenzfigur lassen Stellen mit massenhafter Zusammenhäufung von Einschlüssen, und Stellen, die fast frei davon sind, erkennen. Innerhalb jedes Sectors geht die von ihm dem Gypsblättchen ertheilte Färbung ungestört über beide Stellen hinweg.

Wenn der Krystall bei niederer Temperatur sich gebildet und seine Einschlüsse aufgenommen hätte, als bei der er untersucht wird, so wäre, da der Ausdehnungscoefficient der Lösung jedenfalls merklich grösser ist, als der der festen Substanz, ein von dem Einschluss ausgeübter Druck auf seine Umgebung nicht unmöglich. Ich fand aber einen solchen, wie eben mitgetheilt, weder bei gewöhnlicher Temperatur, noch als ich während der mikroskopischen Beobachtung mittelst eines heizbaren Objectisches die Platten bis auf 60° erwärmte. Auch auf die Polarisationserscheinungen des Alauns überhaupt zeigte sich eine gleich-

mässige Erwärmung der Platten bis auf diese Temperatur als einflusslos ¹⁶.

Unregelmässige Verwachsung der Individuen. Mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgte ich die Grenzen, in denen sich zwei unregelmässig verwachsene Krystalle oder hypoparallele Subindividuen berührten. Ich fand die Grenzpartien bald optisch aktiv, bald inaktiv; die Grenze verlief zuweilen durch isotrope, und weiterhin durch doppeltbrechende Theile des Stückes. Die Verwachsung der Individuen ist daher ohne Einfluss auf die Polarisation.

Auch die parallele Verwachsung verschiedener Alaunarten übt keinen Einfluss aus. Liess ich Thonerde-Alaun mit einer Rinde von Eisen-Alaun überwachsen, und untersuchte Platten, welche Theile von beiden Substanzen enthielten, so zeigten sich weder an den Grenzen, noch in den verwachsenen Theilen von den gewöhnlichen abweichende Polarisationserscheinungen.

Die Oberflächenzeichnung steht in keinem erkennbaren Zusammenhange mit der Anordnung der doppeltbrechenden Sektoren.

¹⁶ Die Versuche, durch ungleichmässige Vertheilung der Wärme in isotropen Alaunkrystallen Spannungsdoppelbrechung zu erzeugen, waren erfolglos. Die grössten isotropen Krystalle waren doch noch zu klein zu diesem Zweck.

Was die Formen der im Alaun vorkommenden Einschlüsse anlangt, so finden sich sowohl die bekannten unregelmässigen rundlichen und Canalformen, einfach und verzweigt, als auch von krystallonomischen Flächen umschlossene. Letztere sind sehr präcis ausgebildete Hohlformen des Oktaeders, zuweilen in Combination mit kleinen Hexaëderflächen, welche unter sich und den Oktaëderflächen des umschliessenden Krystalls parallel sind. Die Mehrzahl der Einschlüsse enthält eine Libelle, deren Grösse ausserordentlich wechselt und zu dem Volumen des Einschlusses in keinerlei Verhältniss steht.

Die Einschlüsse finden sich sowohl regellos durch den Krystall zerstreut, als auch Reihenweise parallel den Oktaëderkanten angeordnet. In letzterem Falle stellen die Einschlüsse ihre Längsrichtung gern der betreffenden Kante parallel, und wenn es Oktaëder sind, so sind sie häufig in dieser Richtung nach einer rhombischen Zwischenaxe verlängert. Eine andere Orientirung der Einschlüsse, welche mit der Flächenzeichnung des Alauns zusammenhängt, habe ich früher angegeben: dieses Jahrb. 1871. S. 578.

6. Polarisationserscheinungen des kubischen Alauns.

Versetzt man eine Lösung von Ammoniak-Thonerde-Alaun mit Ammoniak, so dass sie etwas sog. neutralen Alaun enthält, so krystallisirt aus ihr der gewöhnliche Alaun nicht immer in Oktaedern, sondern zuweilen in Würfeln aus; er ist in dieser Form unter dem Namen „kubischer Alaun“ bekannt. Die Krystalle, welche ich erhielt, zeigten sich sämmtlich doppeltbrechend. Ihre Kleinheit (von höchstens 2 Millimeter Kantenlänge) erlaubte ausschliesslich nur die Beobachtung senkrecht zu den natürlichen Würfelflächen und erforderte das Mikroskop.

Wo die Erscheinung am regelmässigten war, zeigte sich eine Hexaëderfläche durch ihre Diagonalen in 4 Sektoren getheilt, in je 2 sich gegenüberliegende durch das Gypsblättchen gelb, und in je 2 blau gefärbte. Die Mittellinie des Gypses ist senkrecht zu den Randkanten der gelben Sektoren, wenn dieselben auf das Maximum ihrer Intensität eingestellt sind. Die Elasticitätsaxen jedes Feldes lagen senkrecht und parallel der anliegenden Randkante. Alle 4 Sektoren einer Platte besaßen daher eine gemeinsame Dunkelstellung, wenn die seitlichen Hexaëderflächen in die Polarisations Ebenen des Instrumentes fielen.

Die Erscheinung bietet zwar denselben Anblick dar, wie bei den hexaëdrischen Platten, die aus Oktaedern geschnitten sind, doch darf nicht vergessen werden, dass die Figuren in diesen beiden Fällen nicht dieselbe Lage gegen die Axen des Krystalls haben, sondern um 45° gegeneinander gedreht sind, indem bei einer hexaëdrischen Platte aus einem Hexaëder die Randkanten der Platten Hexaëderkanten sind, bei einer hexaëdrischen Platte aus einem Oktaëder dagegen Combinationskanten $\infty O \infty : O$ (001 : 111). Wir sehen also die Lage der Elasticitätsaxen beeinflusst von der Krystallform; sie wechselt mit dieser bei gleicher Substanz.

Der Beobachtung des Phänomens in seiner vollen Regelmässigkeit ist die stellenweise sehr geringe Pellucidität der kubischen Krystalle hinderlich. Gewöhnlich ist die Mitte der Krystalle fleckig und nur an den klareren Rändern treten die einheitlich gefärbten Felder auf.

Bei Oktaedern, die, in basische Lösung eingelegt, bei ihrem weiteren Wachsthum in Hexaëder umgewandelt waren, bemerkte

BIOT¹⁷ die Polarisationserscheinungen beider Formen nebeneinander, so dass in einer hexaëdrischen Platte die Hauptschwingungsrichtungen des oktaëdrischen Kerns gegen diejenigen der hexaëdrischen Rinde um 45° gedreht erschienen.

7. Polarisationserscheinungen des Ammoniak-Eisen-Alauns.

Kleine Krystalle [O (111) oder $O \cdot \infty O \infty$ (111:001)] waren isotrop, grössere aktiv, und zwar, gerade wie bei dem Thonerde-Alaun, sowohl senkrecht zu einer Oktaëderfläche betrachtet, als in allen andern Richtungen. Oktaëdrische sechsseitige Platten zeigten sechs Felder, doch waren sie nicht so regelmässig gegeneinander abgegrenzt, wie die entsprechenden Sectoren des Thonerde-Alauns, im Übrigen aber von demselben optischen Verhalten wie jene bezüglich der Lage der Elasticitätsachsen, der schwarzen Streifen und der mit dem Gypsblättchen entstehenden Farben. Sehr grosse Krystalle zeigten unregelmässige Vertheilung der aktiven Stellen zwischen einzelnen inaktiven Partien; Platten von verschiedener Orientirung boten in diesem Falle dasselbe Bild dar. Dass aber trotzdem die gesetzmässige Lage der optischen Elasticitätsachsen noch vorhanden ist, zeigte der Umstand, dass sämmtliche doppeltbrechende Stellen einer hexaëdrischen Platte (die hier nicht selten zum Theil als kurze diagonale Streifen auftreten) eine gemeinsame Auslöschungslage besaßen, nämlich $\parallel \infty O \infty$ (001).

Das zeigt eine Spannung der doppeltbrechenden Theile parallel den Hexaëderkanten an. Analog den Versuchen von REUSCH am Thonerde-Alaun gelang es mir auch hier, durch einen auf die Platte ausgeübten Druck senkrecht zu einer Hexaëderkante, die parallel der Druckrichtung ursprünglich gespannten Theile isotrop zu machen.

Die Platte wurde in der Intensitätsstellung senkrecht zu den zwei seitlich angeschliffenen Flächen 100 in einer geeigneten Presse comprimirt und die Druckrichtung parallel der Mittellinie des Gypses gestellt (vergl. Fig. 17). Bei dem Anziehen der Schraube wurden alle gelben Theile der Platte noch lebhafter und heller gelb, ihre Einwirkung auf das Gypsblättchen wurde also in demselben Sinne verstärkt; die anfänglich blauen Flecken

¹⁷ a. a. O. S. 558.

gingen jedoch durch Violett in das Roth des Gypsblättchens zurück, also in den isotropen Zustand, und wurden bei noch weiter gesteigertem Druck gelb.

Die ursprünglich gelben Streifen und Partien der Platte waren, wenn wir uns an das oben mitgetheilte Verhalten einer isotropen Alaunplatte unter Druck erinnern, demnach die parallel den Kanten 001:100 gespannten, senkrecht zu denen in dem Versuche der Druck ausgeübt wurde. Ihre grössere Dichtigkeit in der Druckrichtung wurde durch denselben einfach gesteigert. Die ursprünglich blauen Stellen waren die parallel den Kanten 001:010 gespannten, also parallel der Richtung des ausgeübten Druckes. Ihre Elasticität in diesem Sinne wurde durch den Druck gesteigert und der darauf senkrechten Richtung gleich gemacht. Bei noch weiter gehendem Druck wurde ihr Zustand nunmehr der umgekehrte als vor der Compression, und sie verhielten sich nun wie die anfänglich gelben Stellen, färbten also den Gyps ebenfalls gelb. Liess ich bei unveränderter Lage der Platte den Druck senkrecht zu den Flächen 010 wirken, so wurden die ursprünglich gelben Stellen isotrop und später blau.

Mit dem Aufhören des Druckes gingen die Platten in ihren ursprünglichen Zustand zurück, auch wenn sie längere Zeit so stark gepresst worden waren, als sie es überhaupt ohne Zerkümmerung ertragen konnten. Bleibende Dilatation wurde nicht erzielt, wie dies auch WERTHEIM für isotrope Krystalle von Alaun angab, im Gegensatz zu dem Steinsalz, das sehr leicht durch vorangegangenen Druck dauernd doppeltbrechend wird¹⁸.

8. Sprünge in Krystallen des Eisenalauns.

Der Ammoniak-Eisen-Alaun gehört zu den Substanzen, welche während des Wachstums in ihrer Lösung von selbst Sprünge bekommen, sobald die Krystalle eine gewisse mässige Grösse überschritten haben. C. VON HAUER theilte zuerst diese Eigenschaft vom dithionsauren Strontian und Kalk mit¹⁹, und schrieb sie „einem gewissen Spannungszustand der kleinsten Theilchen in diesen Krystallen“ zu. Es war mir nun interessant

¹⁸ v. REUSCH, Pogg. Ann. 132. S. 443.

¹⁹ Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1877, S. 94—95.

an dem Eisen-Alaun, dessen Spannungszustand optisch leicht nachweisbar ist, diese merkwürdige Eigenschaft wieder zu finden, und zu sehen, dass Spannung und Sprünge allem Anschein nach ursächlich verknüpft sind. In den kleinen Krystallen einer Krystallisation (von 3—4 mm. im Durchmesser) fand ich weder Doppelbrechung noch Sprünge. Bei etwas grösseren Krystallen (bis ca. 8 mm.) zeigte sich Beginn der Doppelbrechung, aber noch keine Sprünge; in noch grösseren Krystallen traten dann bei starker Doppelbrechung die Sprünge auf. Es scheint danach, dass mit zunehmender Grösse des Krystalls seine Spannung wächst, und dass der Krystall springt, wenn die Spannung bei unregelmässiger Vertheilung ein gewisses Maass überschritten hat.

Die Sprünge verlaufen ganz unregelmässig und durchsetzen den Krystall vollständig. Längs derselben finden sich keine besonderen Polarisationserscheinungen, die Sprünge sind also vollständige Bruchflächen. Nimmt man den Krystall aus seiner Lösung, so zerbricht er leicht nach diesen Sprüngen, und die Bruchflächen sind feucht. Jedes von Sprüngen freie Bruchstück heilt in seiner Lösung leicht zu einem vollkommenen Krystall aus, der aber beim Grösserwerden wieder springt.

Temperaturschwankungen sind nicht der Grund der Sprünge; sie entstanden auch in Krystallen, die in einem Keller von fast constanter Temperatur sehr langsam wuchsen.

Auffallend ist, dass die übrigen Alaunarten und andern regulär krystallisirenden Salze, welche Doppelbrechung zeigen, beim Wachsen nicht zerspringen. Wir müssen daher wohl annehmen, dass merkliche Verschiedenheiten der Cohäsion bestehen, und dass letztere beim Eisen-Alaun so gering ist, dass sie von der bei der Vergrösserung der Krystalle eintretenden Spannung überwunden wird²⁰.

²⁰ C. VON HAUER gab von den beiden oben genannten Salzen an, dass wenn ein Sprung durch den ganzen Krystall sich bis zur Oberfläche hindurchziehe, der Krystall sich nie mehr mit einer zusammenhängenden Rinde überziehe, sondern der Sprung in der Volumszunahme des Krystalls aufrecht erhalten bleibe. Der Eisen-Alaun verhält sich in dieser Beziehung anders. Ich zerbrach einen Krystall nach einem ihn vollständig durchsetzenden Sprung in zwei Theile, und legte dieselben leicht aneinander-

9. Optisches Verhalten anderer Alaunarten.

Kali-Thonerde-Alaun. Die Angabe Bior's, dass die Krystalle des reinen Kali-Thonerde-Alauns stets isotrop sind, fand ich durchaus bestätigt.

Kali-Chrom-Alaun. Auch die Krystalle des Chrom-Alauns scheinen frei von Doppelbrechung zu sein. Zwischen gekreuzten Nicols liessen die Platten an keiner Stelle Licht hindurchgehen; mit dem Gypsblättchen erschienen sie in einem dunkelpurpurnen gleichmässigen Ton, der auch bei einer ganzen Horizontaldrehung sich nicht änderte.

Gemischte Alaune. Krystalle, welche aus isomorphen Mischungen verschiedener Alaunarten bestanden, fand ich stets, in der beim Ammoniak-Thonerde-Alaun beschriebenen Art, stark doppeltbrechend, und zwar zeigte sich dies schon bei den ganz kleinen Krystallen von 1—2 mm. Durchmesser.

Interessant ist der Fall, dass die verschiedenen Mischungen aus Kali- und Chrom-Alaun alle Doppelbrechung zeigen, während die Componenten beide isotrop sind.

10. Polarisationserscheinungen am salpetersauren Blei.

Die Doppelbrechung an manchen Krystallen des salpetersauren Bleies ist die stärkste, welche ich an regulär krystallisirenden Salzen beobachtet habe; dieselben werden im polarisirten Licht, ohne Einschaltung eines Gypsblättchens, über und über farbig. Grössere Krystalle dieses Salzes sind leider stets zu trüb, um sich für die optische Untersuchung verwenden zu lassen. Die nachstehend mitgetheilten Beobachtungen beziehen sich auf kleine, verhältnissmässig sehr durchsichtige Krystalle von 4—6 mm. Breite und ca. 3 mm. Dicke. Der Habitus derselben war der nämliche, wie der der oben beschriebenen Alaunkrystalle: trigonal verkürzte Oktaëder, an denen meist $\infty O \infty$ (001) untergeordnet auftrat. Statt des beim Alaun fast immer mit einigen Flächen vertretenen Rhombendodekaëders begegnen wir hier dem

gedrückt wieder in die Lösung. Die neu sich absetzende Rinde war einheitlich und glattflächig und verband die getrennten Stücke wieder zu einem Ganzen.

Pentagondodekaëder $\frac{\infty 02}{2} \pi$ (120), während $\infty 0$ (101) nicht vorkommt.

Bezüglich der Flächenausbildung machte sich hier derselbe Unterschied zwischen dem oberen und unteren Ende der beim Wachsen des Krystalls in vertikaler Stellung befindlichen Axe geltend, auf welche ich am Alaun schon aufmerksam gemacht²¹ und durch Abschmelzen und Ausheilen des oberen Endes erklärt habe. Niemals fand ich am salpetersauren Blei Flächen von $\infty 0 \infty$ (001) oder $\frac{\infty 02}{2} \pi$ (120) an der oktaëdrischen Auflagerungsfläche anliegend, sondern immer nur an den drei, bei dieser Stellung des Oktaëders oben liegenden Oktaëderecken ausgebildet. Hatten die Krystalle auf einer Hexaëderfläche aufgelegt, so fehlten stets diejenigen zwei Flächen des Pentagondodekaëders, welche der Auflagerungsfläche anliegen sollten. Die letzteren Krystalle gaben das Material für die hexaëdrischen, die trigonal verkürzten Oktaëder für die oktaëdrischen Platten ab. Bei der Kleinheit und Weichheit der Krystalle waren Schriffe nach andern Richtungen nicht gut herstellbar. Die Beobachtungen wurden mit dem Mikroskop bei 30facher Vergrößerung gemacht.

Platten parallel einer Oktaëderfläche. Die Krystalle, in ihrem natürlichen Zustand senkrecht zu ihren breitesten Oktaëderflächen betrachtet, erscheinen bei gekreuzten Nicols buntfarbig. Von der Mitte der Platte läuft nach jedem Eckpunkt ein farbiger Streifen; die Platte wird dadurch, wie beim Alaun, in sechs Sektoren zerlegt. Während aber beim Alaun die sechs radialen Streifen schwarz sind, so sind sie hier farbig, jeder besteht aus drei schmalen Streifen: blau, orange, gelb.

In jedem Sector wechseln die Farben streifenweise parallel seiner Randkante ab, in breiteren oder schmäleren ineinander verlaufenden Bändern. Durch Vergleichung mit einem Gypскеil fand ich gewöhnlich folgende Farben ausgebildet: an der Randkante beginnt die Färbung jedes Sectors meist mit einem verhältnissmässig sehr breiten Streifen von Grünlichgelb oder Grün

²¹ Zeitschr. f. Krystallogr. Bd. II, 296.

der III. Ordnung, dann folgen sich nach innen die Farben in der absteigenden Reihenfolge der NEWTON'schen Ringe, und gut zu unterscheiden waren gewöhnlich neben dem genannten Grün: Blau und Violett (schmal) III. Ordnung, dann Roth (breit), Gelb (schmal), Grün, Blau, Violett II. Ordnung, endlich I. Ordnung: Roth (schmaler Streifen), Orange, Gelb (breit), Gelblichweiss (breite Zone), Hellbläulich, und letzteres durch Grau in die gewöhnliche schwarze Mitte verlaufend.

Bei Parallelstellung der Nicols sind die Farben die complementären, ohne an ihrem Glanz zu verlieren.

Die Breite der farbigen Bänder ist nicht in jedem Sector ganz dieselbe, so dass man einen bestimmten Farbstreifen nicht in gleicher Entfernung vom Rande ringsherum durch alle Sektoren verfolgen kann. Nicht selten sind auch die den Randkanten parallelen Bänder durch kleine unregelmässig vertheilte und abweichend gefärbte Flecken unterbrochen.

Bei der Drehung des Krystalls in seiner Ebene bemerkt man, dass je zwei gegenüberliegende Sektoren gleichzeitig auslöschen, und zwar wenn die Randkanten, denen sie anliegen, in eine Polarisationssebene des Mikroskops fallen. Es ist das gleiche Verhalten, wie beim Alaun, doch ist die Auslöschung hier nicht so vollständig wie dort; es bleiben immer noch einige schwach gefärbte Flecken übrig, also Stellen, die von der sonst herrschenden Gesetzmässigkeit der Lage der Elasticitätsaxen (senkrecht und parallel zu den Randkanten der Platte) abweichen.

Interessant sind die Erscheinungen, wenn man die Krystalle parallel ihrer breiten Auflagerungsfläche allmählig dünner schleift, und mit abnehmender Dicke immer wieder zwischen gekreuzten Nicols beobachtet. In drei abwechselnd gelegenen Sektoren wird dann die Doppelbrechung rasch schwächer. Drei von den sechs Randkanten der Platte sind Oktaëderkanten, die drei dazwischenliegenden aber verzerrte Oktaëderecken oder Combinationskanten $O:\infty O\infty(111:001)$. Die drei Sektoren, welche den letzteren Kanten anliegen, sind es nun, in welchen die Stärke der Doppelbrechung beim Dünnerschleifen der Krystalle rasch abnimmt, was sich zunächst in der Weise äussert, dass die Farben dieser drei Sektoren sich ändern und am Rande der Platte mit dem Roth I. Ord-

nung beginnen, während die Farben der drei den Oktaëderkanten anliegenden Sektoren merklich dieselben bleiben und nach wie vor mit dem Grün III. Ordnung beginnen. Bei fortgesetztem Dünnerschleifen der Platte, bis etwa 1 mm. Dicke, hören die drei den Kanten $O:\infty O\infty (111:001)$ anliegenden Felder überhaupt auf, farbig zu sein und zeigen nur noch das Hellgraublau I. Ordnung. Auch in den andern drei Sektoren haben sich Farben höherer Ordnung nur noch an den Rändern erhalten; nach der Mitte zu ist gleichfalls nur der hellgraublaue Ton vorhanden²². Macht man die Platte noch dünner, so ziehen sich die Farben immer schmaler an den drei Oktaëderkanten zusammen (Fig. 19), und die Aufhellung in den übrigen Theilen der Platte ist eine sehr geringe. Schaltet man nun aber ein Gypsblättchen vom Roth der I. Ordnung ein, so erscheint die Platte gelb und blau gefleckt, ein Beweis, dass immer noch eine merkliche Doppelbrechung vorhanden ist.

Aus diesen Erscheinungen muss man schliessen, dass bei den untersuchten Krystallen des salpetersauren Bleies

- 1) die Doppelbrechung von der Mitte nach der Oberfläche zunimmt, und
- 2) dass die Stärke der Doppelbrechung in den Sektoren oktaëdrischer Platten verschieden ist, je nachdem sie an einer Oktaëder- oder einer Combinationskante $O:\infty O\infty (111:001)$ liegen.

Platten parallel einer Hexaëderfläche. Von einigen Krystallen, welche auf einer Hexaëderfläche liegend sich ausgebildet hatten, brauchte ich nur die obere oktaëdrische Spitze parallel der Auflagerungsfläche wegzuschleifen, um sehr brauchbare hexaëdrische Platten zu erhalten. Einige zerfielen in vier parallel den Randkanten buntgestreifte Sektoren, ganz ähnlich denjenigen der oktaëdrischen Platten. Die Lage der optischen Elasticitätsaxen war auch hier wieder senkrecht und parallel zu den Randkanten, so dass alle vier Felder eine gemeinsame Dunkelstellung $\parallel \infty O (101)$ hatten, doch blieben einige schwach gefärbte, in dieser Stellung nicht vollständig auslöschende Flecke übrig.

²² Fig. 18 zeigt die farbig gebliebenen Theile der Platte weiss, die übrigen dunkel.

Das Material erlaubte keine grosse Variation der Plattendicke; besondere Erscheinungen traten beim Dünnerschleifen nicht auf; die vier Felder, gleichwerthigen Combinationskanten $\infty 0 \infty : 0$ (001 : 111) anliegend, verhielten sich untereinander gleich.

Einige Platten zeigten anstatt der parallel den Rändern bunt gestreiften Sektoren eine regelmässige, ausgezeichnet schöne Interferenzfigur, wie man sie bisher nur am gehärteten Glase kannte. Stellt man den Krystall so, dass seine beiden vertikalen Hauptsymmetrie-Ebenen in die Nicol-hauptschnitte des Mikroskops fallen, so zeigt die Figur einen vierarmigen schwarzen Stern, dessen Arme nach den Eckpunkten der Platte gehen. Die an ihn angrenzenden Partien gehen durch Hellblau in Weiss über, und die vier Felder zwischen den Strahlen des Sternes zeigen gleichmässig isochromatische Curven von dem Verlauf, den Fig. 20 andeutet. Dieselben beginnen innen mit dem Gelblichweiss der I. Ordnung und steigen nach den Rändern zu bis zum Roth der II. Ordnung.

Bei parallelen Nicols wird der schwarze Stern hell und die Farben der vier Felder complementär. Lässt man die Nicols gekreuzt und dreht die Platte um 45° aus der angegebenen Stellung, so verschwindet das Bild und die Platte erscheint nur schwarz und bläulich gefleckt.

Es ist dies meines Wissens der erste Fall, dass an einem Krystall (in parallelem Licht) eine derartige, an den Ort gebundene und mit der Platte verschiebbare Interferenzfigur beobachtet wurde. Die Ansicht von MARBACH und VON REUSCH, dass die Doppelbrechung in regulären Krystallen durch einen Spannungszustand derselben hervorgerufen werde, findet durch diese Beobachtung eine wesentliche Stütze, während das Zustandekommen einer solchen Figur durch MALLARD's Hypothese nicht erklärbar ist.

Verschiedene andere Krystallisationen von salpetersaurem Blei, welche ich optisch untersuchte, zeigten weder die Stärke noch die Regelmässigkeit der Doppelbrechung der oben beschriebenen Krystalle. Zwischen gekreuzten Nicols zeigten diese andern Krystalle keine Farben, sondern nur hellgraublaue Flecke, welche durch ein Gypsblättchen vom Roth der I. Ordnung die vom Alaun her bekannten gelben und blauen Töne annahmen. Die

Platten boten denselben Anblick dar, gleichgültig ob sie parallel einer Oktaöder- oder einer Hexaöderfläche geschnitten waren. Vollständig isotrope Krystalle des salpetersauren Bleis habe ich bis jetzt nicht aufgefunden.

Die Gesammtheit der Erscheinungen am salpetersauren Blei zeigt, gerade wie beim Alaun, dass bei derselben Substanz und bei sich gleichbleibender Form die Polarisationserscheinungen wechseln können.

11. Notizen über das optische Verhalten einiger anderer regulär krystallisirender Salze.

Salpetersaures Baryum. Grosse schöne Krystalle der Combination $\frac{\infty O 2}{2} \cdot O [\pi (120) \cdot (111)]$ im Gleichgewicht waren so trübe, dass sie fast gar kein Licht durchliessen; an den wenigen Stellen, wo dies geschah, wirkten sie auf das Gypsblättchen.

Von Herrn Dr. Th. SCHUCHARDT in Görlitz erhielt ich das Salz in einer mir bisher noch unbekanntem Form, nämlich in wasserhellen schönen Hexaëdern, hier und da mit untergeordneten Oktaöderflächen, letztere besonders als Auflagerungs- und deren parallele Gegenfläche vorhanden. Diese Krystalle waren beinahe ganz isotrop, und zeigten nur einige parallel den Würfelkanten gehende mit dem Gypsblättchen gelbe und blaue Streifen, die $\parallel \infty O \infty (001)$ auslöschten. Oktaëdrische Platten aus diesen Krystallen zeigten nur einige kleine unregelmässige aktive Partien.

Natriumchlorat. MARBACH²³ gibt an, dass neben der Circularpolarisation dieses Salzes zuweilen auch doppeltbrechende Stellen von bestimmter Form in seinen Krystallen vorkommen, welche $\parallel \infty O (101)$ auslöschten. Bei der Untersuchung einer grösseren Anzahl von Hexaëdern fand ich mehrere Krystalle mit doppeltbrechenden Stellen, doch in regelloser Umgrenzung und Vertheilung. In sehr dicken Platten verdeckt die Circularpolarisation die Erscheinung vollständig, in dünnen Platten jedoch treten die doppeltbrechenden Partien nach Einschaltung des Gyps-

²³ Pogg. Ann. Bd. 94, S. 419.

blättchens mit einem anderen Farbenton hervor, als ihn die übrige Platte annimmt. Ihre Auslöschungslage war $\parallel \infty O \infty$ (001).

Chlornatrium. Spaltungsstücke von Steinsalz zeigen stets parallel den Dodekaëderflächen eingeschaltete, scharf begrenzte doppeltbrechende Streifen. Es ist dies aber eine Folge der molecularen Umlagerung bei Druck und Schlag, und gehört desshalb nicht zu den hier zu beschreibenden Polarisationserscheinungen. Die natürlichen unverletzten Krystalle des Steinsalzes²⁴ wirken nur sehr schwach auf das Gypsblättchen, und zwar in unregelmässig vertheilten Flecken mit ganz verschwommenen Grenzen. Künstliche Krystalle erwiesen sich beinahe absolut isotrop. Die Flüssigkeitseinschlüsse in grossen Krystallen von Neu-Stassfurt übten keinen Einfluss auf die Polarisationserscheinungen aus.

Chlorkalium. Ein grösserer Krystall von Stassfurt zeigte mit dem Gypsblättchen viele lebhaft gelbe und blaue regellose Partien; Sylvin von Kalusz war stärker doppeltbrechend und besass auch viele parallele den Dodekaëderflächen gelagerte und in dieser Richtung auslöschende Streifen, ähnlich den Spaltungsstücken des Steinsalzes. Künstliche Krystalle und Krystallskelette liessen nur Spuren von Doppelbrechung erkennen.

Bromkalium und Jodkalium, in Hexaëdern krystallisiert, waren meist so trübe, dass sie wenig Licht durchliessen; alle Krystalle waren aktiv, mit denselben Erscheinungen, wie ich sie am kubischen Alaun beschrieben habe.

Arsenige Säure, durch Sublimation bei einem Hüttenprozess gebildete schöne Oktaëder zeigten sich stark aktiv, doch ohne regelmässige Interferenzfiguren zu geben.

12. Die bisherigen Versuche zur Erklärung der Polarisationserscheinungen regulärer Krystalle.

Zum Schluss sei es mir gestattet, einen Blick auf die Ansichten zu werfen, welche zur Erklärung der Polarisationserscheinungen der regulären Krystalle aufgestellt worden sind.

²⁴ Sehr schöne natürliche Krystalle eines älteren Vorkommens von Stassfurt von den Formen $\infty O \infty . \infty O 2$ (001 : 120) und $\infty O \infty . \infty O 2 . O$ (001 : 120 : 111) verdanke ich der Güte des Herrn Professor F. ULRICH in Hannover.

Biot. Biot nahm an, dass die Alaun-Oktaëder aus äusserst dünnen, den Oktaëderflächen parallel gehenden und nicht in absoluter Berührung befindlichen Lamellen zusammengesetzt seien, welche in gleicher Weise auf schräg durchfallendes Licht polarisirend wirkten, wie ein Glasplattensatz; er nannte die Erscheinung deshalb „Lamellar-Polarisation“.

Danach muss eine Platte parallel einer Oktaëderfläche, wenigstens in ihrer Mitte, bei senkrechter Incidenz des Lichtes keine Wirkung auf das polarisirte Licht ausüben, was Biot allerdings auch angiebt. Meine Beobachtungen zeigen aber, dass dies nicht zutrifft, und dass die von mir untersuchten Alaune auch in der Richtung senkrecht zu den Oktaëderflächen im Wesentlichen dieselben Polarisationserscheinungen geben, als senkrecht zu anderen Flächen. v. REUSCH hat (a. a. O.) auch den Einwand erhoben, dass jene Lamellen weder sichtbar gemacht werden können, noch ihre Existenz durch Schiller, Beugung u. s. w. verrathen²⁵. Absonderungsflächen, Schalenbau, parallel den Oktaëderflächen kommen allerdings zuweilen am Alaun vor, doch sind sie nicht der Grund der in Rede stehenden Polarisations-Erscheinungen. An den grossen Krystallen, die die Fabriken liefern, erscheinen sie zuweilen so dicht und massenhaft, dass sich auf den Flächen, denen sie parallel gehen, ein perlmutterartiger Glanz bemerkbar macht. Aus einem solchen Krystall stellte ich eine oktaëdrische Platte her, welche den aus sichtbaren Lamellen aufgebauten Theil des Krystalls enthielt. Auch diese Platte zeigte in der Mitte sowohl, wie an den Rändern, bei senkrechter Incidenz sehr starke Doppelbrechung, — ein Beweis, dass die Lamellarstructur nicht der alleinige Grund der vor-

²⁵ Mit Recht wird auch von REUSCH betont, dass alle Erscheinungen um so schöner hervortreten, je weniger von Durchgängen an den Krystallen vorkommt. Dagegen kann ich der Ansicht dieses Autors nicht zustimmen, dass die Hypothese der Lamellarstructur nur ausreichen würde, um die Aufhellung der Platte zwischen gekreuzten Nicols zu erklären, nicht aber den charakteristischen Farbenwechsel nach Einschaltung der Gypsplatte. Wenn ich einen Glasplattensatz schief in mein Instrument einführte und um die Axe desselben drehte, so färbte sich das Gypsblättchen abwechselnd bläulich und gelblich, je nach der Lage des Glasplattensatzes zu der Mittellinie des Gypses.

handenen Doppelbrechung sein kann, dass letztere unabhängig von jener besteht, und dass die (vorhandenen oder idealen) Lamellen an sich doppeltbrechend sind, und nicht isotrop, wie in Bior's Hypothese angenommen wird. Wir haben es demnach hier mit einer Wirkung der Molecularstructure zu thun, allerdings nicht mit der für die betreffende Substanz normalen, sondern mit einem Ausnahmezustand derselben. In diesem Sinne sprach sich auch schon

Marbach²⁶ aus, welcher die Polarisationserscheinungen regulärer Krystalle als Störungen ihres molecularen Baues bezeichnete, und das ist diejenige Ansicht, welche sich, in Deutschland wenigstens, seitdem allgemeine Geltung verschafft hat. MARBACH nahm an, dass der isotropen Substanz durch Spannung doppeltbrechend gewordene Schichten orientirt eingelagert seien.

v. Reusch²⁷ führte diese Anschauung weiter aus und begründete sie durch den Versuch, gespannte Theile eines regulären Krystalls durch einen in der Spannungsrichtung ausgeübten Druck wieder isotrop zu machen. v. REUSCH nimmt an, dass sich der ganze Krystall in Spannungszustand befindet; dass ausserdem die Vertheilung und Richtung der Spannungen in bestimmtem Zusammenhange mit der Krystallform steht, ergiebt sich direct aus den früher bekannten und den von mir neu mitgetheilten Erscheinungen; die Lage der Elasticitätsachsen ist stets bestimmten Krystallkanten parallel.

Ich glaube, dass meine sämtlichen, in der gegenwärtigen Arbeit niedergelegten Beobachtungen sich mit den Anschauungen von v. REUSCH vertragen und denselben zur Stütze dienen, hauptsächlich die Beobachtung, dass ein und dieselbe Substanz sowohl isotrop (normaler Zustand) als doppeltbrechend (anomaler Zustand) vorkommen kann, ferner die Zunahme der Stärke der Doppelbrechung von der Mitte nach der Oberfläche des Krystalls, das Erscheinen einer Interferenzfigur in parallelem Licht beim Bleinitrat, endlich das Verhalten gepresster Alaunplatten und die Ueberführung doppeltbrechender Stellen in isotrope durch Druck.

Wenn es demnach wohl keinem Zweifel mehr unterliegt,

²⁶ Pogg. Ann. Bd. 94, S. 424 ff.

²⁷ Pogg. Ann. Bd. 132, S. 618.

dass die Doppelbrechung regulärer Krystalle auf einen anomalen, aber von der Krystallform beeinflussten Spannungszustand ihrer Substanz zurückzuführen ist, so bleibt doch noch die grosse Schwierigkeit bestehen, wie wir uns das Zustandekommen der Spannung vorstellen sollen.

Schon MARBACH hatte den Spannungszustand der doppelbrechenden Partien in ursächliche Beziehung mit dem Krystallwachsthum gebracht, jedoch ohne bestimmte Andeutung über die Art des Vorganges. VON REUSCH versuchte diesen Zusammenhang durch die Hypothese zu begründen, dass, ähnlich den Colloiden, auch manchen Krystallen die Eigenschaft zukomme, sich beim Festwerden zu contrahiren, wenn auch in viel schwächerem Grade wie jene, doch hinreichend um die Flächen in tangentielle Spannung zu versetzen. Bis jetzt sind aber noch keine weiteren Erscheinungen bekannt geworden, welche diese Annahme unterstützten. Unerklärt wäre dabei auch, warum einzelne Individuen isotrop bleiben, während andere von derselben Grösse doppelbrechend werden, sowie der häufig vorkommende regellose Wechsel isotroper und doppelbrechender Stellen innerhalb eines und desselben Krystalls. Ich möchte daher die Frage nach der Ursache des Spannungszustandes noch als eine offene betrachten.

J. Hirschwald²⁸ nennt, in stricter Beschränkung auf den Ausdruck der Beobachtung, als den Grund der Polarisationserscheinungen der regulären Krystalle „anormale Dichtigkeitsverhältnisse.“ Der Einwand aber, den HIRSCHWALD gegen das Vorhandensein von Spannungen in doppelbrechenden regulären Krystallen erhebt: „die Polarisationserscheinungen müssten sich dann beim Zerbrechen des Krystalls ändern“ ist durchaus unzutreffend. Wie ich mich durch mehrere Versuche überzeugt habe, ändert sich allerdings die Interferenzfigur eines regulären Krystalls durch Zerbrechen desselben nicht im mindesten; jedes weggebrochene Stück nimmt einen Theil der Figur fort, gerade so als ob man den betreffenden Theil der Platte zugedeckt hätte, und aus den einzelnen Stücken lässt sich die Interferenzfigur der unzerbrochenen Platte wieder zusammensetzen²⁹. Damit ist

²⁸ TSCHERMAK, Mineralog. Mitth. 1875. S. 241 ff.

²⁹ BIOT, a. a. O. S. 549, machte dieselbe Angabe.

aber nur erwiesen, dass der Molecularzustand der einzelnen Stücke der Platte unabhängig von den übrigen Theilen derselben besteht, nicht aber widerlegt, dass jener Zustand durch Spannung, d. h. durch Einwirkung verschiedener Theile der Platte während des Krystallisationsaktes entstanden ist. Es handelt sich doch offenbar nur darum, dass die Molecüle während des Erstarrens der Substanz in der Spannungslage erhalten werden. Nach dem Festwerden können die Molecüle die ihnen aufgezwungene Lage nicht mehr ändern, und somit muss sich der Molecularzustand jedes Theils der Platte nunmehr unabhängig von den benachbarten Partien erhalten, wie die Versuche zeigen.

Die Richtigkeit dieser Anschauung wird durch das Verhalten von unter Spannung eingetrockneten Gelatine-Platten bewiesen, die ihre Doppelbrechung doch unzweifelhaft der Contraction beim Erstarren verdanken. Ich fand, dass man nur so lange sie noch in ihrer ganzen Ausdehnung gallertartig sind, die Interferenzfigur mit der Form der Platte zu ändern vermag; einmal erstarrt, kann man beliebige Stücke der Platte herausschneiden, ohne die Interferenzfigur des übrig bleibenden Theiles zu ändern.

Mallard. Der neueste Erklärungsversuch der Doppelbrechung regulärer Krystalle ist der MALLARD's, welcher dieselben als aus mehreren Individuen zusammengesetzt annimmt, welche andern Krystallsystemen angehören und daher schon in normalem Zustande doppeltbrechend sind³⁰. Nach dieser Anschauung bleibt es aber unerklärt, dass z. B. der Alaun sowohl isotrop, als doppeltbrechend vorkommen kann, sowie dass oft innerhalb desselben Krystalls doppeltbrechende und isotrope Stellen unregelmässig begrenzt miteinander abwechseln. Man müsste denn den isotropen und den doppeltbrechenden Alaun für verschiedene, in verschiedenen Systemen krystallisirende Species, und einen nur stellenweise doppeltbrechenden Krystall für eine Verwachsung beider ansprechen wollen. Ganz unerklärt bleiben auch bei MALLARD's Hypothese die schwarzen Banden der Interferenzfiguren, die Bewegung einiger derselben bei Drehung der Platte, die erwähnte Figur im Bleinitrat, der Einfluss der Verzerrung und mehrere

³⁰ Nach einer Notiz in TSCHERMAK's Mineral. und petrogr. Mittheil. (1878. S. 84) vertritt G. GRATTAROLA dieselbe Ansicht.

andere Erscheinungen, wie ich das im Text an den betreffenden Stellen schon hervorgehoben habe.

Was speciell den Alaun anlangt, so nimmt MALLARD an³¹, dass seine Oktaëder zusammengesetzt seien aus acht dem hexagonalen System angehörigen Pyramiden, deren Spitzen gemeinschaftlich im Mittelpunkt des Krystalls lägen, und die zur Basis die Oktaëderflächen hätten. Die Hauptaxe wird als auf den Oktaëderflächen senkrecht stehend angenommen. Danach muss eine der Oberfläche eines Alaunoktaëders entnommene oktaëdrische Platte zwischen gekreuzten Nicols dunkel bleiben. Bei den von mir untersuchten aktiven Krystallen war das aber nicht der Fall, und speciell aus dem Zerfallen einer oktaëdrischen Platte in sechs Sektoren müsste man nach MALLARD schliessen, dass anstatt jeder der hypothetischen acht optisch einaxigen Pyramiden sechs optisch zweiaxige Stücke vorhanden seien, was dann aber in Widerspruch mit dem Zerfallen der hexaëdrischen Platten in nur vier Felder stehen würde.

Eine Zusammensetzung des Alauns nach MALLARD's Vorstellung würde auch höchst wahrscheinlich sich durch die Form und Lage der Ätzfiguren auf den Hexaëderflächen verrathen, welche Theile aus vier Individuen enthalten würden. Die über die ganze Hexaëderfläche sich gleich bleibende Form und Lage der Ätzfiguren spricht entschieden dafür, dass ein Alaun-Oktaëder nur ein Individuum³² ist; Zwillingsgrenzen würden durch Ätzen sicher zum Hervortreten zu bringen sein³³.

Es ist nicht unmöglich, und die jüngste Zeit hat bereits einige solche Beispiele geliefert, dass in speciellen Fällen Krystalle, die man bisher als einfach betrachtete, sich als zwillingsartig aus mehreren Individuen eines Krystallsystems mit geringerer Symmetrie zusammengesetzt erweisen werden. Zu einer Erklärung

³¹ a. a. O. S. 63 der Separat-Ausg. — Zeitschr. für Kryst. Bd. I, S. 315.

³² Ein Individuum nenne ich einen Krystall dann, wenn seine sämtlichen Molecüle dieselbe Richtung oder Orientirung besitzen.

³³ Mit der Ablehnung der MALLARD'schen Hypothese soll aber durchaus nicht ein ungünstiges Urtheil über die betreffende Arbeit des Autors im Ganzen ausgesprochen sein! Dieselbe enthält eine Fülle neuer und schätzbarer Beobachtungen über optische Anomalien.

der Doppelbrechung der regulären Krystalle im Allgemeinen ist diese Erscheinung aber nicht hinreichend; es handelt sich hier um Anomalien innerhalb eines und desselben Individuum's, die sich nicht aus einer Aggregation mehrerer nicht parallel gestellten Individuen ableiten lassen und die wir, nach dem gegenwärtigen Stande der Frage, als Spannungserscheinungen zu betrachten berechtigt sind.

Briefwechsel.

Mittheilungen an die Redaction.

Leipzig, 22. Juli 1879.

Über den Zirkon als mikroskopischen Gesteinsgemengtheil.

In diesem Jahrbuch 1879, S. 569, findet sich ein von Herrn Dr. SAUER verfasster Brief über den Rutil als mikroskopischen Gesteinsgemengtheil, an welchen ich einige Bemerkungen zu knüpfen mir erlauben möchte. Er kommt darin zu dem Resultat, dass jene hauptsächlich rothbraunen und braungelben prismatischen Kryställchen, welche in den erzgebirgischen Gneissen, Glimmerschiefern und Amphiboliten (auch Eklogiten, sowie in einem von Dr. MEYER untersuchten Schiefer vom St. Gotthard) eine Rolle spielen, nicht dem Zirkon, sondern dem Rutil zuzuweisen sind (vgl. weiter unten über eine Einschränkung dieses Ausspruchs); dabei stützt er sich auf chemische Reactionen der mehr oder weniger isolirten Kryställchen in gewissen Vorkommnissen, sowie auf das jeweilige Dasein einer weisslichen Umwandlungszone, welche seiner Ansicht nach aus Titansäure besteht. Ich bin wohl der erste gewesen, der (dies. Jahrb. 1875, 628) zunächst die ausserordentlich reinen und hellen Kryställchen in den sächsischen Granuliten (welche Dr. SAUER mit keiner Silbe erwähnt) für Zirkon angesprochen hat. Später hat dann die Identificirung jener Kryställchen mit Zirkon in anderen Vorkommnissen weitere Fortschritte gemacht, wobei in der Aufzählung der, wie es auf den ersten Blick scheinen will, unglückseligerlicherweise dabei Betheiligten Dr. SAUER den trefflichen TÖRNEBOHM zu erwähnen ganz unterlässt, welcher seine Untersuchungen in den Geol. För. i Stockholm Förh. III. 34, auch dies. Jahrb. 1877. 97, mittheilt.

Die Ergebnisse der von SAUER angestellten Titansäure-Reactionen, welche sich vorwiegend auf die betreffenden Krystalle in Amphiboliten und eklogitähnlichen Amphiboliten beziehen, darf ich nicht bezweifeln; der Werth des anderen Moments, das angeführte Umzogensein der Kryställchen mit derselben weisslichen körnigen Rinde, welche auch das Titaneisen umsäume, ist mir so lange fraglich, als die Zugehörigkeit dieses Zersetzungs-

products zur Titansäure unerwiesen bleibt; ich muss auch ganz besonders hervorheben, um diejenigen Kryställchen, welche Andere und ich für Zirkon gehalten, niemals jene mir überhaupt in dieser Form ganz unbekannte Umrindung beobachtet zu haben; nebenbei gesagt, kann ich mir kaum denken, dass KALKOWSKY das allbekannte Umwandlungsproduct des Titan-eisens mit Olivin verwechselt haben sollte.

Wenn nun auch, wie vielleicht namentlich in den mir weniger bekannten Amphiboliten sich mikroskopischer Rutil finden mag, so ist doch vor Allem der Vorstellung zu begegnen, die sich wohl Manchem beim Lesen des Briefes von Herrn Dr. SAUER, insbesondere im Anfang aufdrängt, dass nämlich durch seine Untersuchungen dem mikroskopischen Dasein des Zirkons gewissermaassen der Garaus gemacht sei. Er zieht zwar zuerst den allgemeinen Schluss, dass in den erzgebirgischen Gneissen, Glimmerschiefern und Amphiboliten das in Rede stehende Mineral nicht Zirkon, sondern Rutil sei, knüpft aber dann unmittelbar daran einige Bemerkungen, welche es selbst ihm „sehr wahrscheinlich machen, dass neben Rutil hier und da, aber immer sehr untergeordnet, auch Zirkon vorkommt“. Wie man schon merkt, steht also die Sache nicht so schlimm, weder für den Zirkon, noch auch irgendwie für Herrn SAUER, der, wenn er die folgenden Zeilen liest, sich ja halbwegs gedeckt fühlen darf.

Mit demselben Recht, mit welchem SAUER für seine Amphibolite die Constatirung eines Titansäuregehalts verwerthet, kann man sich für die Eklogite auf SANDBERGER berufen, welcher in einer Menge von fichtelgebirgischen Vorkommnissen (Stambach, Lausenhof, Fattigau, Eppenreuth u. s. w.) makroskopischen Zirkon mineralogisch und chemisch nachwies; die Übereinstimmung der mikroskopischen in Rede stehenden Kryställchen in diesen Eklogiten mit dem SANDBERGER'schen Zirkon wird selbst SAUER nicht bezweifeln. Man möge auch nicht vergessen, dass GUSTAV ROSE den Zirkon in bis 3 Linien langen Individuen [∞ P(110). P(111). 3P3(311)] im sog. Hypersthenit des Radauthals aufgefunden hat (Z. d. geol. Ges. 1870. 756); diese Entdeckung hat mich eigentlich zuerst auf die Wahrscheinlichkeit der Verbreitung mikroskopischer Zirkone aufmerksam gemacht, denn während der von SAUER als Gegner des Zirkon citirte Dr. HAGGE im Frühjahr 1870 seine Untersuchungen über Gabbro bei mir in Kiel ausführte, hatte ich selbst ihn noch veranlasst, die honiggelben bis braunrothen Kryställchen im Smaragdit eines Gabbrogerölls als Rutil zu bestimmen. Grössere Zirkon-Individuen wurden ferner von vom RATH neuerdings in Dioriten von Hodritsch (Sitzungsber. niederrhein. Ges. 18. Febr. 1878) und aus dem oberen Veltlin (Pogg. Annal. Bd. 144. 250) angegeben.

Dass die für Zirkon gehaltenen Gebilde stellenweise grau, ja fast ganz farblos werden, wird von Allen übereinstimmend berichtet, welche sich damit beschäftigt haben; dabei sind es nicht einmal die dünnsten Prismen, welche solch' lichte Farben tragen. Diese Vielfarbigkeit stimmt sehr befriedigend mit dem Verhalten des makroskopischen Zirkons überein, welcher auch farblose und graue Varietäten liefert, während solche Rutilen bis jetzt nicht gefunden wurden. Auch ist an den Rutilen 3P3 (311) gar

nicht gewöhnlich, was sich so oft an den mikroskopischen Kryställchen findet, gerade wie an den grossen Zirkonen aus den norwegischen Syeniten.

Was die Untersuchungen von TÖRNEBOHM anbetrifft, welcher den mikroskopischen Zirkon in Graniten, Gneissen, Felsitporphyren aus Schweden, der Schweiz, Tyrol u. s. w. nachwies, so darf ich gewiss hier hervorheben, dass Prof. ROSENBUSCH, welchem die Bestimmung dieses Minerals früher (Massige Gesteine S. 17) noch nicht hinreichend begründet schien, mir am 14. Jan. d. J. schrieb, er habe sich an den ihm von TÖRNEBOHM mitgetheilten Proben aus Krystallform, optischem Verhalten, sowie Charakter der Doppelbrechung u. s. w. von der Richtigkeit der Diagnose der betr. Gebilde als Zirkon überzeugen können.

Bei meinen Untersuchungen der krystallinischen Gesteine längs des 40. Parallels in N.-W.-America habe ich diese Kryställchen, die ich aus den sächsischen Granuliten und Gneissen (nicht Amphiboliten) kannte, in einer grossen Anzahl von krystallinischen Schiefen, auch Graniten, wahrgenommen und gleichfalls als Zirkon gedeutet. Auf meine Anregung veranlasste CLARENCE KING eine chemische Untersuchung des an den Kryställchen insbesondere reichen Hornblende-führenden Gneisses aus dem Ogden Cañon, Wahsatch Range, Utah. Und R. W. WOODWARD konnte darin die Zirkonsäure nicht nur, wie SAUER seine Titansäure durch Löthrohrverhalten und Curcumareaction, qualitativ nachweisen, sondern quantitativ bestimmen. Die Analyse wurde zweimal ausgeführt und gab in dem einen Falle 0,22, in dem anderen 0,32 pCt. Zirkonsäure (U. S. geol. explor. of 40th. Par.; vol. II, 1877, Descriptive Geology, pag. 397). „The material supposed to contain zircon was powdered, and then digested with hydrofluoric acid and a small quantity of concentrated sulphuric acid in a large platinum crucible, until the rock itself was thoroughly decomposed. After removal of the hydrofluoric acid by evaporation, the bases, which had been in combination with the volatilized silica, were brought into solution by protracted boiling with sulphuric acid and water, zircon remaining as an insoluble residue. This residue being fused for a long time with carbonate of soda and the fused mass treated with water, the soluble silicates thus formed, were dissolved out, leaving a sandy zirconiate of soda, insoluble in water, but soluble in hydrochloric acid. This is simply a concentration of the zirconia from a large quantity of the rock. The hydrochloric-acid solution gave all the characteristic reactions of zirconia, with none of those by which it might be mistaken for other substances. Boiling the solution with metallic tin gave not the slightest reaction for titanous acid — an important test, since titanous acid might be easily mistaken for zirconic acid.“

Diese chemische Bestätigung meiner mineralogischen Diagnose berechtigt mich wohl, trotz Herrn Dr. SAUER an derselben und an der weiten Verbreitung mikroskopischer Zirkone getrost und zuversichtlich festzuhalten.

Zum Schluss darf ich noch hervorheben, dass auch in den sächsischen Granuliten, in denen gerade zuerst von mir auf den Zirkon aufmerksam

gemacht wurde, neuerdings Zirkonsäure chemisch nachgewiesen worden ist; ich verdanke diese Notiz und die Erlaubniss, sie anzuführen, Herrn Dr. DATHE, der in seinen Mittheilungen über die Granulite Weiteres darüber berichten wird.

F. Zirkel.

Leipzig, den 31. Juli 1879.

Gletscherschliffe bei Lommatzsch in Sachsen.

Bei einer im Interesse der geologischen Landesuntersuchung ausgeführten Begehung der im Bau begriffenen Bahnlinie Nossen-Lommatzsch glückte es dem Unterzeichneten, in der Nähe der letztern Stadt auf anstehendem Granitgneiss deutliche Gletscherschliffe aufzufinden. Das grosse Interesse, welches man fast allseitig jetzt der diluvialen Frage entgegenbringt, rechtfertigt wohl eine etwas ausführlichere Mittheilung über diesen Gegenstand.

Der Ort, an welchem die in Rede stehende glaciale Erscheinung zu beobachten ist, liegt 1,6 Kilometer südlich von der Stadt Lommatzsch bei dem Dorfe Wahnitz. Die Bahnlinie nähert sich daselbst dem Thale des Lommatzschers Baches, an dessen linkem, meist felsigem Gehänge dieselbe weiter nach SW. verläuft. Bei Station 161 durchschneidet dieselbe in einem etwas über 100 m langen Einschnitte die ersten Felsen, welche aus Granitgneiss bestehen. Das Gestein ist mittel- bis grobkörnig und führt neben blassröthlichem Feldspath (derselbe ist bis zu 10 mm lang und bis 5 mm breit) zahlreiche, rauchgraue Quarzkörner, welche die Grösse einer Erbse erreichen, und in grosser Menge dunkelschwarze Biotitschüppchen von 3 mm Länge und 2 mm Breite. Der Gneisshabitus der Felsart wird hauptsächlich durch die parallele Anordnung der grössern Feldspathe, weniger durch die Gruppierung der kleinen Glimmerblättchen hervorgebracht. Die Bestimmung des Gesteins als Granitgneiss wird durch das Auftreten von Hornblendegneiss (auf der geologischen Karte von NAUMANN als Syenit bezeichnet) in der unmittelbaren Nähe der ersteren nahe gelegt und erscheint dieselbe in solch' geologischem Verbande wohl kaum zweifelhaft. Mehrere, bis zu 0,5 m mächtige Gänge eines feinkörnigen, blassröthlichen, fast glimmerarmen Granits durchsetzen den Granitgneiss, welcher in der Regel der Verwitterung leicht unterliegt und in Folge dessen theils eine bröckliche Beschaffenheit aufweist, theils an seiner Oberfläche oft bis zu 3 m Tiefe in einen sandigen Gesteinsgrus zerfällt.

Letztere Verwitterungsform ist an dem Granitgneisse des erwähnten Feldeinschnittes bei Wahnitz, unweit Lommatzsch, nicht zu bemerken; es ist vielmehr das durch die Ausschachtungsarbeiten vom überlagernden, mächtigen Diluvium bloss gelegte Gestein an seiner Oberfläche zwar etwas bröcklich, bildet jedoch durchgängig eine zusammenhängende Felsmasse, die unter den diluvialen Sand- und Lehm bildungen als ein flacher Hügel erscheint, dessen Böschung an der Nordseite gegen 20° und an der Südseite gegen 30° beträgt. Es zeigt sich nun, dass die Oberfläche des Hügels, soweit dieselbe von den Sprengarbeiten noch unversehrt geblieben ist,

vollständig glatt polirt und von wellig-hügeliger Beschaffenheit ist; sie ist nämlich von glatt geschliffenen Rundhöckern bedeckt, deren Entstehung auf die abschleifende und modellirende Thätigkeit eines ehemaligen Gletschers verweist.

Zur Zeit meiner Beobachtungen im Juli dieses Jahres waren zwar die Ausschachtungsarbeiten auch im Felsen fast bis zur erforderlichen Tiefe niedergebracht, indess waren sowohl auf der rechten (NW.), als auch auf der linken (SO.) Seite des Schachtes noch deutliche Rundhöcker vorhanden, von welchen die letztern sich durch besondere Schönheit auszeichneten. Die Oberfläche der Rundhöcker ist durchweg glatt und nimmt man selbst beim Fühlen mit der Hand durchaus keine bemerkenswerthe Rauigkeit derselben wahr; denn die Quarze und Feldspathe sind gleichmässig abgeschliffen und keiner derselben ragt über die Ebene der Schlißfläche hervor. Sämmtliche Rundhöcker besitzen auf allen Seiten Schlißflächen, die sich im Grade der Abschleifung durchaus nicht von einander unterscheiden. An den meisten Schlißflächen, sowohl an den auf dem Scheitel, als auch an den an den Wangen der Felshöcker befindlichen, lassen sich ferner, soweit es bei dem grobkörnig-sandigen Gesteinscharacter möglich ist, mehr oder minder deutliche, immer parallel zu einander verlaufende Furchen und feinere Riefen beobachten, welche die Quarze und Feldspathe in gleicher Tiefe und immer geradlinig durchschneiden. Ihr Verlauf entspricht genau der Richtung von N. nach S. Mit dieser Lage stimmen auch die kanalartigen bis zu 0,5 m tiefen Ausfurchungen überein, welche zwischen den einzelnen Rundhöckern liegen und ebenfalls in ihren Wandungen Schlißflächen und Schrammen tragen. Nach Aussage des Schachtmeisters ist übrigens der Granitgneisshügel, soweit das überlagernde Diluvium von demselben abgeräumt worden ist, von abgeschliffenen Rundhöckern bedeckt gewesen.

Von dem durchschnittlich 6 m mächtigen Diluvium, welches jenen interessanten archaischen Hügel bis vor Kurzem verhüllte, ist die unterste Stufe von dem grössten Interesse. Die Mächtigkeit derselben beträgt 1—1,5 m und ihr Material besteht vorzugsweise aus Granitgneiss, wie solcher die festen Felsen der dasigen Umgebung zusammensetzt. Die Bruchstücke des Gesteins, welche unmittelbar über der glatt polirten Fels-oberfläche lagern, sind bis über kopfgross. In der untern, 0,5 m starken Lage sind sie fast ausnahmslos eckig und fast nie geschliffen. Wenn dies jedoch der Fall ist, so zeigen sich nur zwei Seiten abgerieben, während die übrigen noch rauh geblieben sind. In der obern Lage, 0,5—1 m mächtig, mengen sich dem Materiale von Granitgneiss, das etwas mehr Schleifung aufweist, gerundete Blöcke von nordischem Quarzit, Gneiss, Porphyry, Feuerstein, Braunkohlenquarzit, Lydit etc. bei. Die Blockanhäufungen beider Lagen sind fest ineinander gepresst, indem grosse und kleinere Gesteinsbruchstücke gleichsam wie zu einem Mauerwerk zusammengefügt sind; durch sandiges, meist aber grusiges Material, zu dem sich auch lehmige Bestandtheile gesellen, wird die Verkittung der Bruchstücke und Blöcke inniger und das ganze Gefüge so fest, dass bei der Ausschachtung

des Bahn-Einschnittes nur durch Anwendung der Spitzhacke eine langsame und schwierige Bewältigung dieser Massen stattfinden konnte. Lehmige, bis zu 1 Decim. starke Streifen und Flammen durchziehen die Blockniederlage in der unregelmässigsten Weise.

Nach dem Gesagten ist es wohl kaum zweifelhaft, dass man in diesen fest verkitteten Massen eine dem schwedischen und norwegischen Grundgrus (Bottengrus, Krosssteinsgrus) gleiche Bildung vor sich hat, also die Grundmoräne des Gletschers, dessen Wirkung uns in der abgeschliffenen, mit Rundhöckern versehenen Oberfläche des Felsens gleichfalls entgegentritt.

Über dieser untern Stufe lagert in einer Mächtigkeit von 2,5 m ein feiner gelblichbrauner bis grauer Sand. Derselbe zeigt eine ungemein feine Schichtung, welche den Contouren des Hügels sich anschmiegt und demgemäss an der Nordseite gegen 20° und an der Südseite gegen 30° einfällt. Neben Feuersteinen, nordischen Feldspathgesteinen führt er Thonschieferbröckchen, Porphy- und Hornblendegneissfragmente der nächsten Umgebung etc.

Die hangendste Stufe des diluvialen Profils wird von einer 2 m mächtigen Lössdecke gebildet. In ihrer untern Lage enthält sie zahlreiche Lösskindel, zeichnet sich aber in ihrer ganzen Mächtigkeit durch die senkrechte Zerklüftung ihrer Wände aus, eine Erscheinung, die allem Löss der Gegend zukommt.

Den in jüngster Zeit beschriebenen Localitäten von Gletscherschliffen auf anstehendem Gestein an der Südgrenze des norddeutschen Diluviums reiht sich das Lommatzcher Vorkommen ebenbürtig an. Am westlichsten liegen die von O. LUEDECKE (dieses Jahrbuch 1879, pag. 567) aufgeführten Punkte, nämlich der Galgenberg bei Halle, der Kappellenberg, Rainsdorfer Berg und Pfarrberg bei Landsberg; sodann folgen weiter nach Osten zu die beiden von Herm. CREDNER (Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellschaft 1879, p. 21) beschriebenen Vorkommen, der Dewitzer Berg bei Taucha und der Kleine Steinberg bei Beucha. Lommatzsch ist von letzterm Orte 54 Kilometer östlich gelegen und befindet sich nur 10 Kilometer von der Elbe entfernt; es sind sonach die Gletscherschliffe bei Lommatzsch von den bis jetzt unzweifelhaft bekannten Vorkommen an der Südgrenze des norddeutschen Diluviums als die östlichst gelegenen anzusprechen.

E. Dathe.

Erdmannsdorf, im August 1879.

Titanmineralien in Amphiboliten.

In meiner brieflichen Mittheilung vom April d. J. habe ich gezeigt, dass jenes pg. 574 ff. beschriebene farblose bis weissliche, körnige Mineral, welches die Rutil- und Titanerzkörnchen zahlreicher Amphibolite des Erzgebirges zonal umrandet, ein Zersetzungsproduct der betreffenden Titan-

mineralien sei. Die nämliche mineralische Natur und Genesis habe ich geglaubt, einem Bestandtheile der Amphibolite des Eulengebirges vindiciren zu können, welchen KALKOWSKY als Olivin beschreibt. (Die Gneissformation des Eulengebirges, pag. 38.) Seitdem bin ich durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. E. KALKOWSKY in die Lage versetzt, mich an seinen eigenen Präparaten zu überzeugen, dass ich die von mir versuchte Deutung nicht aufrecht erhalten kann. Vielmehr enthielt einer der mir vorgelegten Schliffe von Eulengebirgischen Amphiboliten ein Mineral, das auch ich nach seiner äussern Erscheinung als Olivin deuten möchte. Dahingegen haben meine fortgesetzten Untersuchungen an Amphiboliten von noch anderen Erzgebirgischen Fundpunkten aufs Neue bestätigt, dass Titanomorphit als Zersetzungsproduct von mikroskopischen Rutilen und Titanerzkörnern eine ziemlich allgemeine Verbreitung in den Amphiboliten des Erzgebirges besitzt. Man verfolgt dasselbe von den zartesten, hautartigen Überzügen des sonst noch frischen Mineralen durch alle Stadien der allmählichen Umwandlung des letzteren bis zu dessen vollständigster Pseudomorphose. Dass aber das Muttermineral in der That ein Titanmineral sei, beruht nicht auf bloß optischer Bestimmung, sondern ist von mir auf chemischem Wege erwiesen worden. Mit grösster Sorgfalt wurden mit einem Titanomorphitrande versehene, opake Erzkörnchen aus einem Amphibolite der Sect. Marienberg isolirt. Ihre chemische Prüfung ergab einen hohen Gehalt an Titansäure. — Wir haben also auch in vielen Erzgebirgischen Amphiboliten mikroskopische Analogien des durch v. LASAULX kürzlich bekannt gewordenen makroskopischen Vorkommens des Titanomorphites.

A. Sauer.

Marburg, den 1. Nov. 1879.

Tertiär zwischen Guntershausen und Marburg.

In dem letzten Rektoratsprogramm der Universität Marburg habe ich eine Studie „über das Alter und die Gliederung der Tertiärbildungen zwischen Guntershausen und Marburg“ veröffentlicht, deren wesentlichster Inhalt folgender ist.

In der grossen Tertiärversenkung, nördlich von Marburg, südlich von Cassel, welche auf der SCHWARZENBERG'schen geologischen Übersichtskarte von Kurhessen ziemlich genau abgegrenzt ist, wird der westliche Theil vorwiegend durch mächtige, feine Quarzsande mit Quarzit- oder Knollensteinlagen eingenommen, welche bei Ziegenhain unfern Treysa den Rupelthon mit *Leda Deshayesiana* überlagern und bei Frielendorf, Maden etc. das Liegende der Braunkohlenbildungen sind. Anscheinend dieselben Sande enthalten am Odenberg bei Gudensberg theils mit der Schale erhalten, theils als Abdrücke in eisenschüssigen Sandsteinen *Pecten bifidus* und andere typisch oberoligocäne Versteinerungen, und werden auch hier von einem Kohlenletten überlagert. Da nun die Kohlen von Kaufungen etc. bei Cassel nach BEYRICH's Untersuchungen unter dem Rupelthon liegen, so ergab dies folgende Schichtenfolge:

- 1) Basalttuff von Sondheim,
- 2) Braunkohlenbildungen von Frielendorf etc., z. Th. mit *Melania horrida* etc.,
- 3) Marines Oberoligocän = mächtige Sande mit Knollensteinlagen,
- 4) Rupelthon bei Cassel, Treysa, Kirchhain etc.,
- 5) Braunkohlenbildungen bei Cassel, z. Th. mit *Melania horrida* etc.

Mächtige Quarzsande mit Knollensteinen finden sich nun weiter südlich nach Giessen zu, und könnte vielleicht mit dem Cerithiensand des Mainzer Beckens das marine Oberoligocän parallelisirt werden, und wäre dann der Cyrenenmergel als oberer Theil des Mitteloligocän zu betrachten; wohin ja auch schon BÖRTGER (über die Gliederung der Cyrenenmergelgruppe 1875, Ber. d. Senckenb. naturf. Ges. 1873—74) wenigstens die untere lokale Sand-Facies des Cyrenenmergels, die „Schleichsande“ von Elsheim resp. die *Chenopus*-Schicht, auf Grund ihrer marinen Fauna gestellt hat. Die *Corbicula*-Schichten und die Littorinellenschichten würden dagegen dem Miocän angehören.

v. Koenen.

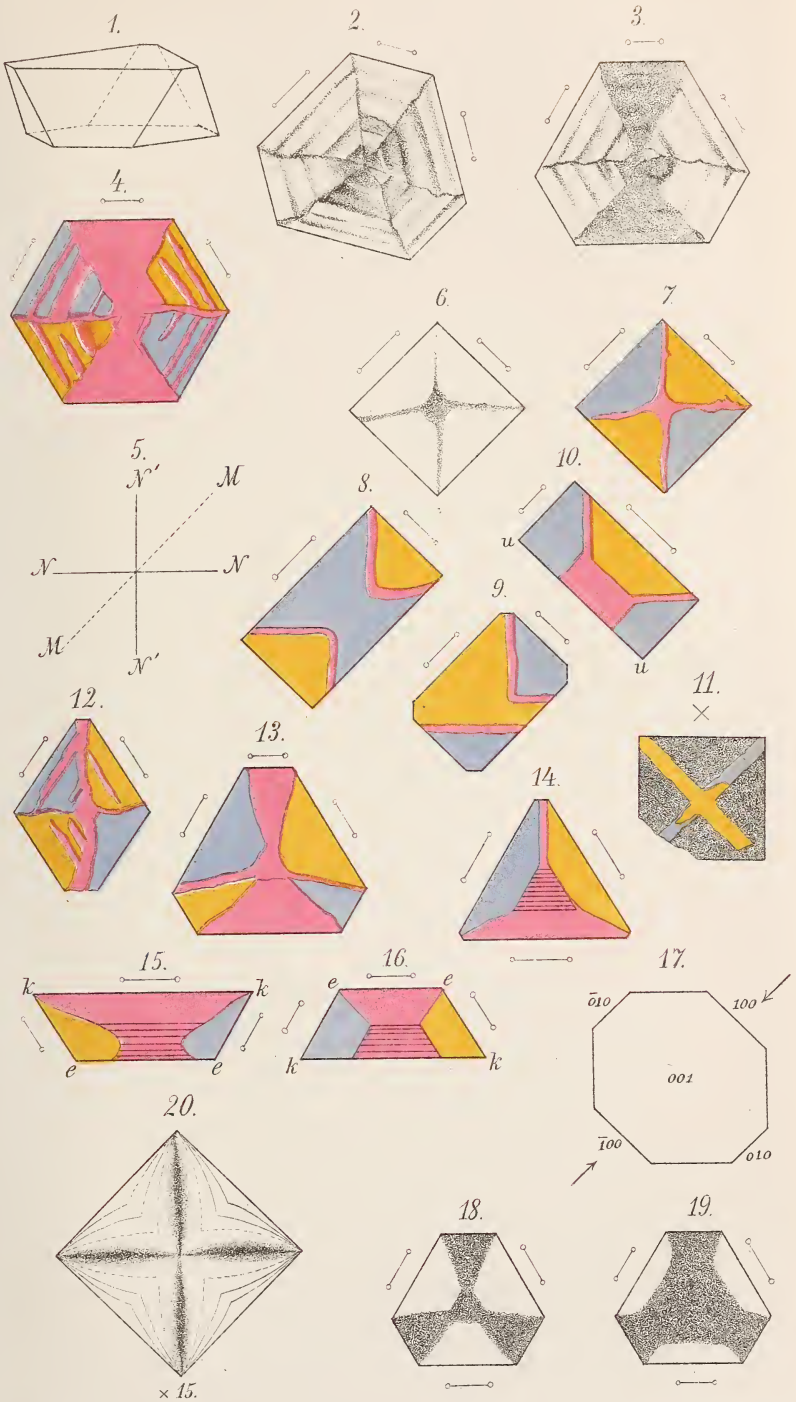
Strassburg i. Elsass, 14. Nov. 1879.

Mandelstein aus den Maluti-Bergen, Süd-Afrika.

Vor einigen Jahren machte ich in dieser Zeitschrift Mittheilungen über einen Mandelstein aus den Maluti-Bergen (Basuto-Land, Süd-Afrika) mit eigenthümlich langgestreckten und verästelten Blasenräumen. In Folge durchgreifender Veränderungen liessen sich die Gemengtheile nicht sicher bestimmen. Besonders schwierig war die Entscheidung, ob der fast vollständig zeolithisirte Feldspath ursprünglich Orthoklas oder Plagioklas gewesen sei. Unregelmässig begrenzte bräunliche Partien, der Form und Vertheilung nach einer Zwischenklemmungsmasse sehr ähnlich, wurden als veränderte Basis gedeutet. Durch Herrn Dr. PAUL erhielt ich letzthin reichlicheres und vor allem frischeres Material aus der Gegend von Aliwal North, vom südlichen Theil der Maluti-Berge. An diesem liess sich zunächst erkennen, dass der Feldspath in der That Plagioklas ist. Ausserdem treten statt der als Basis gedeuteten braunen unregelmässigen Putzen grüne auf, die alle Eigenschaften des aus Olivin entstandenen Serpentin zeigen und in einem Dünnschliff sind auch noch Durchschnitte von der unverkennbaren Form des Olivin vorhanden. Die reichlich vertretenen Augitkörner sind zumeist frisch. Zwischen diesen Gemengtheilen steckt in untergeordneter Menge eine farblose, schwach gekörnelte Basis. Makroskopisch gleicht das neue Material dem älteren so vollständig, dass an der Identität nicht zu zweifeln ist, obwohl die Stücke aus ganz verschiedenen Gegenden der weit ausgedehnten Maluti-Berge stammen.

Die vorliegenden Mandelsteine sind also in der That Melaphyre, nicht Diabasporphyrite, wie Sie nach meiner früheren Diagnose annehmen mussten (Mikrosk. Phys. d. massigen Gesteine, S. 386).

E. Cohen.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: [1880](#)

Autor(en)/Author(s): Klocke Friedrich

Artikel/Article: [Ueber Doppelbrechung regulärer Krystalle 53-96](#)